DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang. 14. März 1924. Heft 11.

Massenträgheit und Kosmos.

Ein Dialog.

Von H. Weyl, Zürich.

I. Und sie bewegt sich doch!

Petrus. Lieber Freund! Als wir uns gestern abend nach langer Trennung wiedersahen, mußte ich während unseres Gesprächs beständig an die Zeit von 1915 zurückdenken, die uns zuerst in gemeinsamem eifrigen Studium der Relativitätstheorie zusammenführte, in gemeinsamer Begeisterung und gemeinsamen Zukunftsträumen. Damals glaubten wir ja fast, das Weltgesetz schon in Händen zu haben, das alle Erscheinungen restlos erklärte! Seither habe auch ich wohl Kritik gelernt und bin „weiser" geworden. Aber das hat mich doch fast schmerzlich betroffen, daß du dich sogar von der Grundidee losgesagt zu haben scheinst, die ich nach wie vor als den Kernpunkt der neuen Lehre ansehen muß. Laß uns heute ausführlich darüber sprechen, warum du nicht mehr glaubst, daß (*M*) *die Trägheit eines Körpers durch das Zusammenwirken aller Massen des Universums zustande kommt.* O Saulus! Saulus! wie kannst du dich so gegen die offen zutage liegende Wahrheit verstocken! — Nimm etwa das Foucaultsche Pendel. *Newtons* Meinung war: die Ebene, in welcher das Pendel schwingt, bleibt erhalten im absoluten Raum; die Fixsterne stehen auch fast still im absoluten Raum. Deshalb geht die Pendelebene mit den Fixsternen mit und rotiert relativ zur Erde. *Einstein* aber erklärte: Es gibt nur relative Bewegungen; das Zwischenglied des absoluten Raumes ist so fragwürdig wie überflüssig. Nicht dieses Gespenst, sondern die wirklich vorhandenen ungeheuren Fixsternmassen des ganzen Kosmos halten oder führen die Pendelebene. Die Erde plattet sich ab, weil sie — nicht absolut, sondern — relativ zu den Fixsternen rotiert. Wenn du diese Auffassung ableugnest, so weiß ich nicht, was überhaupt noch von der allgemeinen Relativitätstheorie übrig bleibt.

Paulus. Und doch ist es so — da hast du gestern abend ganz richtig gehört —, daß ich deine eben ausgesprochene Überzeugung nicht mehr zu teilen vermag; und wenn hier der Fels liegt, auf dem die Relativitätskirche steht, o Petrus!, so bin ich in der Tat ein Abtrünniger geworden. Aber um dich über meine Ketzerei ein wenig zu beruhigen, gestehe ich dir zunächst einmal unumwunden zu: Wenn jene auf *Mach* zurückgehende Deutung sich wirklich durchführen ließe, wäre sie auch mir außerordentlich sympathisch; sie gibt eine einfache, anschauliche und in sich kräftige Antwort auf das Problem der Bewegung. Kein Zweifel auch, daß sie — neben der Gleichheit von schwerer und träger Masse — für *Einstein* das wichtigste Motiv war zur Ausbildung der allgemeinen Relativitätstheorie. Endlich bin ich mit dir darin einverstanden, daß man in einer derartigen konkreten Aussage physikalischen Inhalts den Kernpunkt der Theorie suchen muß, nicht aber in einem formal-mathematischen Prinzip wie dem von der Gleichberechtigung aller Koordinatensysteme. Dies Prinzip, das unglücklicherweise der Theorie ihren Namen gegeben hat, ist ja im Grunde ganz inhaltsleer; denn die Naturgesetze lassen sich unter allen Umständen, sie mögen lauten wie sie wollen, „invariant gegenüber beliebigen Koordinatentransformationen" formulieren. Ebenso ist das kinematische Prinzip von der Relativität der Bewegung für sich nichtssagend, wenn nicht die physikalische Voraussetzung hinzutritt, daß (*C*) *alle Geschehnisse kausal eindeutig bestimmt sind durch die Materie, d. h. durch Ladung, Masse und Bewegungszustand der Elementarbestandteile der Materie.* Erst dann erscheint es auf Grund jenes Prinzips als grundlos und unmöglich, daß eine Wassermasse, auf welche keine Kräfte von außen wirken, im stationären Zustand einmal die Gestalt einer („ruhenden") Kugel, ein andermal die eines („rotierenden") abgeplatteten Ellipsoids annimmt.

Petrus. Erfreut bin ich darüber, daß du den Grundsatz *C* so klipp und klar aussprichst; von ihm wird in der Tat all unser kausales Denken in der Physik geleitet. Niemand ist imstande, auf ein Stück elektromagnetischen Feldes anders einzuwirken als dadurch, daß er die das Feld erzeugende Materie anpackt. Aber wie kannst du dann daran zweifeln, daß die Trägheitsführung der Körper erzeugt wird durch die kosmischen Massen?

Paulus. Du hast recht: Ich für meine Person kann *C* nicht aufrechterhalten, weil ich die Undurchführbarkeit von *M* a priori einsehe. Ich behaupte nämlich, daß (*A*) *nach der allgemeinen Relativitätstheorie der Begriff der relativen Bewegung mehrerer getrennter Körper gegeneinander ebenso wenig haltbar ist wie der der absoluten Bewegung eines einzigen.*

Petrus. Wie? Du leugnest also, daß die Fixsterne sich relativ zur Erde drehen, und meinst, man könne ebenso gut sagen, sie ruhten? Wir

sehen doch aber Nacht für Nacht, wie sich der Sternenhimmel dreht!

Paulus. Was sich nach dem Zeugnis unseres Gesichtssinns um die Erde dreht, sind nicht die Sterne, sondern der „Sternenkompaß“, welcher hier an der Stelle, wo ich mich befinde, gebildet wird von den Richtungen der Lichtstrahlen, die in einem Augenblick von den Sternen her auf mein Auge treffen. Und das ist ein wesentlicher Unterschied; denn zwischen den Sternen und meinem Auge befindet sich das „metrische Feld“, welches die Lichtausbreitung determiniert und nach der Relativitätstheorie ebenso veränderungsfähig ist wie das elektromagnetische. Dieses metrische Feld ist für die Richtung, in der ich einen Stern erblicke, nicht minder wichtig wie der Ort des Sternes selbst. — Wäre der Raum nach der Vorstellung der alten Lichttheorie von einem substanziellen Äther lückenlos erfüllt, so hätte die Frage natürlich einen klaren Sinn, ob ein kleiner Körper in einem Augenblick relativ zu dem am Körperort befindlichen Äther sich bewegt oder nicht. Hier wird der Bewegungszustand zweier Substanzen miteinander verglichen, die sich an der gleichen Stelle befinden, die sich überdecken. Aber wie sollte es in der allgemeinen Relativitätstheorie möglich sein, den Bewegungszustand zweier *getrennter* Körper miteinander zu vergleichen? Zur Zeit *Machs* freilich, als man noch den starren Bezugskörper hatte, war das möglich; da konnte man sich eine Masseninsel, wie es unsere Erde ist, als starren Körper, dessen Maßverhältnisse ein für allemal durch die Euklidische Geometrie festgelegt sind, ideell über den ganzen Raum erweitert denken, und dann etwa konstatieren, daß die Sonne sich relativ zu ihm bewegt. Aber unter den Händen *Einsteins* hat sich das Koordinatensystem so erweicht (*Einstein* selber spricht ja gelegentlich von einem „Bezugsmollusken“), daß es sich simultan der Bewegung aller Körper in der Welt anzuschmiegen vermag; du kannst sie, wie sie sich auch bewegen mögen, mit einem Schlage alle „auf Ruhe transformieren“. Denk dir die vierdimensionale Welt als eine Plastelinmasse, die von einzelnen sich nicht schneidenden, aber sonst ganz unregelmäßig verlaufenden Fasern, den Weltlinien der Materieteilchen, durchzogen ist: du kannst das Plastelin stetig so deformieren, daß nicht nur eine, sondern alle Fasern vertikale Gerade werden. Wenn ich die vertikale Achse als Zeitachse deute, heißt das: jeder Körper verharrt an seiner Stelle im Raum. Wendest du das an auf die Fixsterne und stellst dir vor, daß auch das metrische Feld, die im Plastelin verlaufenden Kegel der Lichtausbreitung von der Deformation mitgenommen werden, so ruhen die Erde und alle Fixsterne in dem durch das Plastelin dargestellten Bezugssystem, aber der Sternenkompaß dreht sich dennoch in bezug auf die Erde genau so, wie wir es beobachten.

Petrus (nach einer Pause). Ja... ich kann dagegen nichts Stichhaltiges vorbringen. Der Gedanke liegt ja eigentlich ganz auf der Hand. Du kommst also zu dem Schluß, daß unabhängig vom metrischen Feld der gegenseitige Bewegungszustand der verschiedenen Körper in der Welt ein reines Nichts ist; und wenn *C* zu Recht bestünde, so könnte das Weltgeschehen nur abhängen und müßte eindeutig bestimmt sein allein durch Ladung und Masse aller Materieteilchen. Da dies offenbar absurd ist — so darf ich deinen Gedanken wohl weiter spinnen —, muß jenes Kausalprinzip preisgegeben werden. Insbesondere kannst du die Abplattung der Erde ebenso wenig mit *Mach* und *Einstein* auf ihre Rotation relativ zu den Fixsternen zurückführen, wie mit *Newton* auf ihre absolute Rotation. — Vorläufig fehlt mir diesem Radikalismus gegenüber jeder Halt..., aber mein Gefühl sträubt sich noch durchaus dagegen, deiner allgemeinen und abstrakten Idee zuliebe eine so positive und befriedigende Anschauung wie die von der Erzeugung der Trägheitsführung durch die Weltmassen preiszugeben. Du leugnest, daß sie sich durchführen lasse; aber hat nicht *Einstein* bereits geleistet, was du leugnest, — in jener Arbeit, in der er seine ursprünglichen Gravitationsgesetze durch das „kosmologische Glied“ erweiterte[1]? Angesichts der geschehenen Tat ist jeder Beweis ihrer Unmöglichkeit hinfällig.

Paulus. Ich kann dir nur erwidern, wenn wir uns zunächst des gemeinsamen Fundaments vergewissert haben, von dem wir beide ausgehen. Mir scheint, daß man den konkreten physikalischen Gehalt der Relativitätstheorie fassen kann, ohne zu dem ursächlichen Verhältnis zwischen Weltmassen und Trägheit Stellung zu nehmen. Seit *Galilei* und *Newton* sehen wir in der Bewegung eines Körpers den Kampf zweier Tendenzen, *Trägheit* und *Kraft*. Nach alter Annahme beruht die Beharrungstendenz, die „Führung“, welche dem Körper seine natürliche, *die Trägheitsbewegung*, erteilt, auf einer formalgeometrischen Struktur der Welt (gleichförmige Bewegung in gerader Linie), welche ihr ein für allemal, unabhängig und unbeeinflußbar durch die materiellen Vorgänge, innewohnt. Diese Annahme verwirft *Einstein*; denn was so mächtige Wirkungen tut wie die Trägheit — z. B. wenn sie bei einem Zugzusammenstoß im Widerstreit mit den Molekularkräften der beiden aufeinander fahrenden Züge die Wagen zerreißt —, muß etwas Reales sein, das seinerseits Wirkungen von der Materie erleidet. Und in den Gravitationserscheinungen, so erkannte *Einstein* weiter, verrät sich des „Führungsfeldes“ Veränderlichkeit und Abhängigkeit von der Materie. An dem Dualismus von Führung und Kraft wird also festgehalten; (*G*) *aber die Führung ist ein physikalisches Zustandsfeld* (wie das elektromagnetische), *das mit der Materie in Wechselwirkung steht. Die Gravitation gehört zur Führung und nicht zur Kraft*; nur so wird die Gleichheit von

schwerer und träger Masse von Grund aus verständlich.

Petrus. Und das Führungsfeld läßt sich nicht ohne Willkür in einen homogenen konstanten Bestandteil, die Galileische Trägheit, und einen variablen, die Newtonsche Gravitation, zerlegen; das Vorhandensein einer starren geometrischen Struktur wird geleugnet. — Ja, mit dieser Beschreibung bin ich ganz einverstanden. Und auch dein Terminus „Führungsfeld" für die durch *Einstein* aufgestellte Einheit von Trägheit und Gravitation gefällt mir gut, weil er die physikalische Rolle und den realen Charakter des gemeinten Dinges deutlich bezeichnet. Wenn es trotz der einheitlichen Natur des Führungsfeldes in praxi — wenigstens näherungsweise und für ein beschränktes Gebiet — gelingt, dasselbe zu zerlegen in den homogenen Untergrund der Galileischen Trägheit und eine veränderliche, ihr gegenüber außerordentlich schwache Fluktuation, das Schwerefeld, so hat es damit etwa dieselbe Bewandtnis, wie wenn der Geodät die tatsächliche Erdoberfläche mit allen Meeresbecken, Klippen, Tälern und Bergen von einer glatt verlaufenden Idealfläche, dem Geoid, aus konstruiert, dem er dann alle jene kleinen Buckel und Vertiefungen anfügen muß. Aus der einheitlichen Natur des Führungsfeldes folgt nun aber, daß es als Ganzes in der Materie verankert werden muß. An dem Analogon des elektrischen Feldes machst du dir's am besten klar. Das elektrische Feld zwischen den Platten eines geladenen Kondensators wird erzeugt von den in den Platten steckenden Elektronen; dieses Feld hat einen im ganzen homogenen Verlauf, aus dem es sich nur in der Umgebung der einzelnen Elektronen heraushebt wie kleine steile Bergkegel aus einer weiten Ebene. Aber nicht nur diese atomaren Abweichungen in der Umgebung jedes Elektrons werden von den Elektronenladungen erzeugt, sondern auch das durch Überlagerung entstehende homogene Feld zwischen den Platten. So wird auch die Trägheit durch das Zusammenwirken aller Massen in der Welt erzeugt; um jeden einzelnen Stern herum liegt dann noch jene Abweichung des Führungsfeldes vom homogenen Verlauf, die sich als Gravitationsanziehung des Sternes bemerkbar macht und wesentlich von ihm allein herrührt.

Paulus. Die Analogie ist bestechend; ich komme darauf zurück. Aber laß mich vorher noch dies sagen! Von der alten zu der neuen Auffassung G der Dinge übergehen, heißt: *den geometrischen Unterschied zwischen gleichförmiger und beschleunigter Bewegung ersetzen durch den dynamischen Unterschied zwischen Führung und Kraft.* Gegner *Einsteins* stellten die Frage: Warum geht bei einem Zusammenstoß der Zug in Trümmer und nicht der Kirchturm, an dem er gerade vorüberfährt — wo doch der Kirchturm relativ zum Zuge einen ebenso starken Bewegungsruck erfährt wie der Zug relativ zum Kirchturm? Darauf antwortet der gesunde Menschenverstand: weil der Zug aus der Bahn des Führungsfeldes herausgerissen wird, der Kirchturm aber nicht. Man kann sich das ja bis in alle Einzelheiten deutlich machen, wie durch diesen Kampf zwischen Führung und Kraft die Wagen zertrümmert werden. Im gleichen dynamischen Sinne dreht sich die Erde; sie dreht sich gegenüber einem im Mittelpunkt angebrachten „Trägheitskompaß", welcher dem Führungsfelde folgt. — Die Einsteinschen Gravitationsgesetze besitzen eine stationäre Lösung, welche eine gleichförmig rotierende Wassermasse mit ihrem Gravitationsfeld darstellt; du weißt selber, wie du das Problem anzusetzen hast. Die Lösung ist verschieden von dem statischen Feld einer ruhenden Wasserkugel; die rotierende Wassermasse wird nicht eine Kugel, sondern abgeplattet sein. Und was bedeutet dabei Rotation? Es hat genau den eben angegebenen dynamischen Sinn. — Solange man das Führungsfeld ignoriert, kann man weder von absoluter, noch von relativer Bewegung reden; erst bei Berücksichtigung des Führungsfeldes gewinnt der Begriff der Bewegung einen Inhalt. Die Relativitätstheorie will, richtig verstanden, nicht die absolute Bewegung zugunsten der relativen ausmerzen, sondern sie vernichtet den kinematischen Bewegungsbegriff und ersetzt ihn durch den dynamischen. Die Weltansicht, für welche *Galilei* gekämpft hat, wird durch sie nicht kritisch zersetzt, sondern im Gegenteil konkreter gedeutet.

Petrus. Gegen deine ganze Darstellung habe ich nichts einzuwenden. Nur bleibst du dabei stehen, Materie und Führungsfeld selbständig nebeneinander zu betrachten; wird das Feld aber durch die Materie erzeugt, so sind's dann *doch* die Fixsterne, welche die Abplattung der Erde hervorbringen.

Paulus. Aber das leugne ich ja eben! Ich meine: was ich bisher dargelegt und in den beiden Sätzen G knapp formuliert habe, das allein greift in die Physik ein, liegt den tatsächlichen Einzeluntersuchungen von Problemen der Relativitätstheorie zugrunde. Das weit darüber hinausgehende Machsche Prinzip M aber, nach welchem die Fixsterne mit geheimnisvoller Macht in den Gang der irdischen Geschehnisse eingreifen sollen, ist bis jetzt reine Spekulation, hat lediglich kosmologische Bedeutung und wird darum für die Naturwissenschaft erst von Belang werden können, wenn der astronomischen Beobachtung nicht mehr nur eine Sterneninsel, sondern das Weltganze zugänglich ist. Wir könnten diese Frage also ganz auf sich beruhen lassen, wenn ich nicht zugeben müßte, daß es allerdings verlockend ist, sich auf Grund der Relativitätstheorie ein Bild vom Weltganzen zu machen. Darum bin ich bereit, dir auch darüber Rede und Antwort zu stehen.

II. Kosmologie.

Petrus. Laß mich an ein bekanntes Ergebnis von *Thirring* [2]) anknüpfen! Auf einen ruhenden

Körper k im Mittelpunkt einer gewaltigen rotierenden Hohlkugel H (welche den Fixsternhimmel vertritt) wirkt nach den Einsteinschen Gravitationsgesetzen eine analoge Kraft wie die Zentrifugalkraft, die an ihm angreifen würde, wenn umgekehrt die Hohlkugel ruht, aber k rotiert. Allerdings ist ihre Intensität unter realisierbaren Verhältnissen viel geringer; die Zentrifugalkraft erscheint multipliziert mit einem winzigen Faktor, welcher gleich ist dem Verhältnis zwischen dem Gravitationsradius der Hohlkugelmasse und dem geometrischen Radius der Hohlkugel. Der Gravitationsradius einer Masse M beträgt, wenn M in Gramm gemessen wird, $1{,}87 \cdot 10^{-27} \times M$ Zentimeter; der Gravitationsradius der Erdmasse ist z. B. $= 0.5$ Zentimeter, derjenige der Sonnenmasse etwa 1,5 Kilometer. Man wird danach in Machscher Weise die Zentrifugalkraft, die Abplattung der Erde als eine Wirkung des um die ruhende Erde sich drehenden Sternenhimmels erklären können, wenn man annimmt, daß die mittlere Entfernung der Sterne so groß ist wie der Gravitationsradius ihrer Gesamtmasse.

Paulus. Bei der Anordnung von *Thirring* tritt aber an dem ruhenden Körper k außer der Zentrifugalkraft noch eine andere Kraft von vergleichbarer Stärke auf, die nicht wie jene von der Rotationsachse fortgerichtet ist, sondern parallel zu ihr wirkt. Außerdem ergibt sich ja, wie du selber erwähntest, die Zentrifugalkraft nur dann in dem richtigen Betrage, wenn zwischen Radius und Masse der Hohlkugel H ein genau abgestimmtes Verhältnis besteht. Es geht daraus klar hervor, daß es etwas anderes ist, ob k ruht und H rotiert, oder ob die Hohlkugel H ruht und der Körper k sich im entgegengesetzten Sinne mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit dreht, im Gegensatz zu dem Prinzip von der Relativität der Bewegung! Meine dynamische Auffassung macht den Unterschied ohne weiteres klar; und tatsächlich zeigt sich, wenn man *Thirrings* Formeln diskutiert, daß im ersten Fall die Materie des Körpers k dem Führungsfeld folgt, die der Hohlkugel H jedoch nicht, im zweiten Fall es sich umgekehrt verhält.

Petrus. Deine Bemerkung ist auch für mich aufklärend. Aber dein Einwand schüchtert mich nicht ein. *Thirring* operiert mit dem unendlichen Raum, und das von ihm errechnete metrische Feld ist von solcher Art, daß es sich im Unendlichen immer genauer jenem homogenen Zustand anschmiegt, der durch die Euklidische Geometrie beschrieben wird. Infolgedessen wirkt hier der unendlich ferne Saum des Raumes wie ein materielles felderzeugendes Agens. Durch die Analogie des elektrostatischen Feldes wird das deutlicher werden. Ruhende Ladungen erzeugen ein solches Feld; der wirkliche Verlauf desselben läßt sich aus den Nahewirkungsgesetzen nur dann eindeutig ableiten, wenn die Bedingung hinzugefügt wird, daß im Unendlichen das Feld auf dem Nullniveau festgehalten wird. Der Raumhorizont wirkt wie eine unendlich große metallische Hohlkugel. Beim elektrischen so gut wie beim Führungsfeld ist somit der homogene Untergrund des Feldes, das „Nullniveau“, auf Rechnung dieses unendlich fernen Raumhorizonts zu setzen; von dort her legt sich eine ungeheure Macht beruhigend auf das Weltgeschehen. Er muß fallen, will man das Machsche Prinzip wirklich durchführen; der dreidimensionale Raum darf keinen Saum besitzen, er muß *geschlossen* sein (nach Art der Kugelfläche im Gebiete von 2 Dimensionen). Und nun konnte *Einstein* in der Tat, nachdem er seinem ursprünglichen Gravitationsgesetz eine kleine Modifikation, das sog. kosmologische Glied, hinzugefügt hatte, zeigen:[1]) Im Gleichgewicht ist die Welt räumlich geschlossen. Die Gesetze fordern die Anwesenheit von Materie; ohne Materie, heißt das, ist ein Führungsfeld überhaupt nicht möglich. Die Materie ist gleichförmig verteilt und ruht. Der Gravitationsradius der gesamten in der Welt vorhandenen Masse ist so groß wie der geometrische Weltradius; offenbar bestimmt die zufällig vorhandene Gesamtmasse die Krümmung und damit die Größe des Weltraums. Hier hast du den Anschluß an die Untersuchung von *Thirring*, und hier, meine ich, ist nun das Machsche Programm in einer Weise durchgeführt, die prinzipiell nichts mehr zu wünschen übrig läßt. Der eben geschilderte Gleichgewichtszustand ist natürlich nur makroskopisch zu verstehen. Die einzelnen Sterne werden sich bewegen wie die Moleküle eines in einen ruhenden Kasten eingeschlossenen Gases, das ja auch, makroskopisch gesehen, ruht und sich gleichförmig über das Kasteninnere verteilt. Es erklärt sich damit zugleich die merkwürdige und sehr der Erklärung bedürftige Tatsache, daß die Sterngeschwindigkeiten durchweg so klein sind gegenüber der Lichtgeschwindigkeit. Auch fallen die Paradoxien dahin, zu denen die unendliche Ausdehnung des Raumes in ihren astronomischen Konsequenzen geführt hat [3]).

Paulus. Offen gesagt, kann ich mir nach dieser kosmischen Theorie noch durchaus kein klares und in den Einzelheiten stichhaltiges Bild davon machen, *wie* die Materie das Führungsfeld erzeugt.

Petrus. Vielleicht ist da die Bemerkung förderlich, daß schon auf Grund der gewöhnlichen Theorie, in welcher das kosmologische Glied fehlt, die Annäherung eines Körpers an einen andern eine induktive Wirkung auf seine träge Masse ausübt. Im statischen Gravitationsfeld ist die Lichtgeschwindigkeit f mit dem Gravitationspotential Φ durch die Gleichung verknüpft

$$f = c + \frac{\Phi}{c},$$

in welcher die Konstante c zufolge der Gleichung selber die Lichtgeschwindigkeit fern von allen gravitierenden Massen bedeutet. Zu jedem Körper gehört eine durch seinen inneren Zustand

allein bestimmte Konstante, der „Massenfaktor“ m_0; seine Energie E aber und seine träge Masse M (der Quotient aus Impuls und Geschwindigkeit) sind abhängig vom Gravitationspotential, auf dem sich der Körper befindet, nach den Formeln

$$E = m_0 f, \quad M = \frac{m_0}{f}.$$

Bringt man einen Körper an eine Stelle niederen Gravitationspotentials, legt man ihn z. B. vom Tisch auf den Fußboden, so vermindert sich folglich seine Energie; nämlich um den Betrag der Arbeit, die zu leisten ist, um ihn vom Fußboden auf den Tisch zurückzuheben. In demselben Verhältnis aber, wie seine Energie sich bei Annäherung an das Erdzentrum vermindert, erhöht sich seine träge Masse. Das weist doch deutlich darauf hin, daß die Trägheit der Körper sich restlos als eine Induktionswirkung der die Gravitation erzeugenden Weltmassen muß verstehen lassen.

Paulus. Wenn du mir nur sagen könntest, wie dieser *Hinweis* sich zu einer wirklichen *Erklärung* ausgestalten ließe! Je mehr ich darüber nachgedacht habe, um so größer schien mir die Kluft zu werden, die es noch zu überbrücken gilt. Im Grunde hat sich das Problem nur ein wenig verschoben: an Stelle der trägen Masse ist der Massenfaktor m_0 getreten. Er bleibt eine dem Körper allein eigentümliche Konstante, die von keinen Induktionswirkungen betroffen wird; keine Aussicht hat sich eröffnet, ihn durch eine Wechselwirkung aller Massen im Universum entstanden zu denken. Die Schwierigkeit, welche von dem Raumhorizont herkommt, ist natürlich durch den geschlossenen Raum behoben; diejenige aber, die überall im Innern des Weltkontinuums ihren Sitz hat, in seiner molluskenhaften Deformierbarkeit — denke an meine Feststellung A! — bleibt bestehen. Physikalisch undurchsichtig, ja bedenklich ist die Beschränkung auf statische Verhältnisse. Du fragst: Warum hat eine ruhende Punktladung ein elektrostatisches Feld F um sich, dessen Intensität umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung von der Ladung abnimmt? Die Nahewirkungsgesetze des elektrostatischen Feldes erklären das nicht. Berücksichtige nun aber die Zeit und analysiere den folgenden Vorgang: Von einem neutralen Mutterkörper löst sich eine kleine Ladung ab und kommt fern vom Mutterkörper im Augenblick t zur Ruhe. Wenn seit t jetzt eine Stunde vergangen ist, so herrscht das oben geschilderte Feld F um die Ladung herum in einem Umkreis von 1 Lichtstunde = ca. 10^{14} cm Radius. Aus den Gesetzen des *veränderlichen* elektromagnetischen Feldes ergibt sich zwangsläufig diese Ausbildung des Feldes F, wenn die Annahme hinzugefügt wird, daß *vor Beginn der Ablösung der Raum feldfrei war.* Nicht daran liegt's also, daß das Feld am unendlich fernen Raumhorizont festgehalten wird, sondern die Bindung kommt her von dem Weltsaum der unendlich weit zurückliegenden Vergangenheit.

Sobald man sich nicht mehr auf die Statik beschränkt, besitzen die durch das kosmologische Glied erweiterten Gravitationsgesetze nach *de Sitter* eine sehr einfache Lösung, bei welcher (im Gegensatz zu *Einsteins* Behauptung) die Welt masseleer und übrigens ihr metrisches Feld vollkommen homogen ist[4]). Zum Zwecke der graphischen Darstellung streiche ich 2 Raumdimensionen, so daß die Welt nicht vier-, sondern nur zweidimensional ist. Die Bilder, welche ich konstruiere, liegen in einem dreidimensionalen Raum R, dessen Metrik so ist, wie sie die spezielle Relativitätstheorie der Welt zuschreibt; wenn die Vertikale als Zeitachse fungiert, ist also in einem rechtwinkligen Dreieck, dessen eine Kathete horizontal, dessen andere vertikal ist, das Quadrat der Hypotenuse gleich der *Differenz* der Quadrate der beiden Katheten. Ich unterscheide drei Hypothesen über den Zustand der Welt im großen.

I. *(Elementare Kosmologie).* Die Welt stimmt in ihrer metrischen Beschaffenheit überein mit einer vertikalen Ebene im Raume R. Die Sterne sind unendlich dünn verteilt und ruhen alle; ihre Weltlinien sind also vertikale Gerade. Der Kegel der Lichtausbreitung von einem Weltpunkt P aus wird gebildet von den beiden durch P laufenden Geraden, welche gegen die Vertikale um 45° geneigt sind. Das ist der Normalzustand, der durch die gegenseitige Einwirkung der Himmelskörper nur leicht gestört wird.

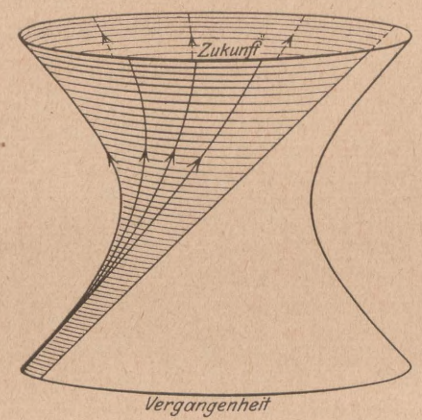
II. *(Einstein).* Die Welt wird metrisch treu dargestellt durch einen geraden Kreiszylinder mit vertikaler Achse in unserm Raume R. Die Weltlinien der Sterne sind wiederum vertikale Gerade, aber die Massendichte ist nicht unendlich klein, sondern steht in einem genau abgestimmten Verhältnis zum Radius des Zylinderquerschnitts. Der Kegel der Lichtausbreitung besteht aus zwei Schraubenlinien auf dem Zylinder, welche seine Mantellinien unter 45° schneiden.

III. Der geometrische Ort aller Punkte in R, die von einem Zentrum O einen festen (reellen) Abstand besitzen, hat nicht die Gestalt einer Kugel, sondern eines einschaligen Hyperboloids mit vertikaler Achse; das ist die oben erwähnte de Sittersche Lösung. Der Kegel der Lichtausbreitung besteht aus den beiden durch den Ursprungsort hindurchgehenden geradlinigen Erzeugenden des Hyperboloids, die Sterne sind unendlich dünn verteilt. Die Ebenen, welche durch eine feste Mantellinie l des Asymptotenkegels hindurchgehen — er hat seine Spitze in O und einen Öffnungswinkel von 90° —, schneiden auf dem Hyperboloid zwei Scharen von geodätischen Linien aus; die Hyperbeln der einen Schar laufen nach unten (Vergangenheit) zusammen, indem sie l zur gemeinsamen Asymptote besitzen, und breiten sich nach oben fächerförmig über

das ganze Hyperboloid aus; die zweite Schar entsteht aus der ersten durch Vertauschung von oben und unten. Die Weltlinien der ersten Schar werden im ungestörten Normalzustand beschrieben von den Sternen eines von Ewigkeit her in Kausalzusammenhang stehenden Sternsystems.

Petrus. Wenn es mit Hilfe des kosmologischen Gliedes nicht gelingt, das Machsche Prinzip durchzuführen, so halte ich es überhaupt für zwecklos und bin für die Rückkehr zur elementaren Kosmologie.

Paulus. Das scheint mir doch voreilig. Die Ebene I besitzt einen einzigen zusammenhängenden unendlich fernen Saum; da läßt sich Raum und Zeit, ewige Vergangenheit und ewige Zukunft gar nicht voneinander trennen. Infolgedessen läßt sich auch keine vernünftige Vorschrift geben, welche es verhindert, daß die Welt-



Weltlinien eines zusammenhängenden Sternsystems nach der kosmologischen Annahme III.

linie eines Körpers sich genau oder nahezu schließt; das würde aber zu den grausigsten Möglichkeiten von Doppelgängertum und Selbstbegegnungen führen. Hingegen trägt der Zylinder II so gut wie das Hyperboloid III zwei getrennte Säume, den unteren der ewigen Vergangenheit und den oberen der ewigen Zukunft; das ist der eigentliche Inhalt der Aussage, daß die Welt räumlich geschlossen ist: sie erstreckt sich „von Ewigkeit zu Ewigkeit". Und um dieses doppelten Weltsaumes willen möchte ich an dem kosmologischen Glied festhalten. Auf dem Einsteinschen Zylinder überschlägt sich der Kegel der Lichtausbreitung unendlich oft. Von einem und demselben Stern muß ein Beobachter demnach unendlich viele Bilder erblicken; zwischen den Zuständen des Sternes, von denen zwei aufeinanderfolgende Bilder Kunde geben, ist ein Äon verflossen, die Zeit, welche das Licht gebraucht, um einmal rund um die Weltkugel zu laufen: die Wahrnehmung des jetzt Geschehenden ist durchsetzt von den Gespenstern des Längstvergangenen. Hingegen vereinigt *de Sitters* Hyperboloid beide Vorzüge miteinander: den doppelten Saum der Vergangenheit und Zukunft einerseits, den sich nicht überschlagenden Lichtkegel anderseits. Hier werden die kleinen Sterngeschwindigkeiten nicht wie in der Einsteinschen Kosmologie auf einen im Laufe von Äonen allmählich eingetretenen „thermodynamischen" Ausgleich, sondern auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeführt. Die astronomischen Tatsachen sprechen mit aller Entschiedenheit für diese Ansicht.

Nach der Hypothese III scheinen alle Sterne eines Systems von einem beliebig herausgegriffenen Zentralstern aus in radialer Richtung zu fliehen; ihre Spektrallinien sind für einen Beobachter auf dem Zentralstern nach dem roten Ende verschoben, und zwar um so stärker, je entfernter sie sind. Nun zeigen die Spiralnebel, welche wahrscheinlich die entferntesten Himmelsgebilde sind, mit ganz wenigen Ausnahmen eine starke Rotverschiebung ihrer Spektrallinien [5]). Sollte wirklich die universelle Fliehtendenz der Materie davon die Ursache sein, welche formelmäßig im kosmologischen Glied der Gravitationsgleichungen zum Ausdruck kommt, so erhält man aus hypothetischen Parallaxebestimmungen von Spiralnebeln einen Weltradius von der Größenordnung 10^{27} cm.

Petrus. Die Lichtgespenster der Sterne im Kosmos II werden wohl zu diffus sein, um wahrgenommen werden zu können.

Paulus. Dann müßte aber die diffuse, den Weltraum erfüllende Strahlung so stark sein, daß die Sterne im Durchschnitt ebenso viel Licht absorbieren wie emittieren. Für die Strahlung sollte so gut statistisches Gleichgewicht bestehen wie für die Sternbewegung.

Petrus. Nach allem, was du gesagt hast, glaubst du an eine selbständige Macht des Führungsfeldes, unabhängig von der Materie. Fern von aller Materie oder wenn alle Materie vernichtet ist — das ist doch deine Meinung? — herrscht jener homogene Zustand Z, der durch das Hyperboloid III (oder im Grenzfall durch die Ebene I) wiedergegeben wird. Mit der Erfahrung steht das wohl im Einklang, aber es scheint mir dem Prinzip der Kontinuität zu widersprechen. Denn wenn auch Z in sich qualitativ vollständig bestimmt ist, so gibt es doch unendlich viele Möglichkeiten, wie sich dieser Zustand im Weltkontinuum realisieren kann; analog etwa wie alle Geraden in der gewöhnlichen Geometrie qualitativ einander gleich sind, es aber doch unendlich viele Möglichkeiten ihrer Lage im Raum gibt. Welche dieser Möglichkeiten soll nun wirklich werden, wenn ich die vorhandene Materie stetig zu Null abnehmen lasse? Ich meine, bei verschwindender Materie muß das Führungsfeld *unbestimmt* werden.

Paulus. Begehst du da nicht den gleichen Fehler, den *Einstein* 1914 machte [6]), als er aus dem Kausalitätsprinzip auf die Unmöglichkeit der allgemeinen Relativitätstheorie schloß? Denn, so sagte er, wenn die Naturgesetze invariant sind

gegenüber beliebigen Koordinatentransformationen, so erhalte ich aus einer Lösung durch Transformation unendlich viele neue. Teile ich die Welt durch einen dreidimensionalen Querschnitt, welcher ihre beiden Säume voneinander trennt, in zwei Teile und verwende nur solche Transformationen, welche die „untere" Hälfte unberührt lassen, so stimmen alle diese Lösungen gleichwohl in der unteren Welthälfte mit der ursprünglichen überein. Er übersah, daß alle diese Lösungen auch in der oberen Welthälfte objektiv den gleichen Zustandsverlauf wiedergeben, daß ein Unterschied nur bestünde, wenn die vierdimensionale Welt ein *stehendes Medium* wäre, in das sich die Spuren der materiellen Vorgänge so oder so einzeichnen. Und nur dann kann man auch die Möglichkeiten der Realisierung, von denen du sprichst, als verschieden anerkennen. Ein solches stehendes Medium wird aber, ohne Zweifel mit deinem Beifall, von der Relativitätstheorie durchaus geleugnet.

Erachtest du es für notwendig, daß fern von aller Materie das Führungsfeld unbestimmt wird, so müßtest du konsequenterweise das gleiche Postulat für das elektromagnetische Feld aufstellen. Jedermann nimmt aber an, daß mit verschwindender Materie die elektromagnetische Feldstärke = 0 wird; und das bedeutet doch nicht, daß überhaupt „kein Feld da ist", sondern daß dieses sich in einem bestimmten „Ruh-Zustand" befindet, der sich stetig in alle übrigen möglichen Zustände einpaßt. Darf ich das Wort „Äther" in den Mund nehmen? Ich verstehe darunter nicht ein substantielles Medium, dessen hypothetische Bewegungen ich ergründen möchte, sondern als Zustand des Äthers gilt mir das herrschende metrische und elektromagnetische Feld. In der Weylschen Theorie, ebenso in der kürzlich von *Eddington* und *Einstein* entworfenen „affinen" Feldtheorie erscheint auch das elektrische mit in das metrische Feld aufgenommen. Der einzig mögliche *homogene* Zustand desselben ist das Hyperboloid III, auf welchem die elektromagnetische Feldstärke überall verschwindet. Aus diesem Ruhzustand heraus — Ruhe heißt hier soviel wie Homogeneität — wird der Äther durch die Materie erregt; sie stehen nicht in dem einseitigen Kausalverhältnis von Erzeuger und Erzeugtem, sondern in Wechselwirkung miteinander. Deinen Einwand aus dem Kontinuitätsprinzip kann ich anschaulich vielleicht am besten durch eine Analogie entkräften, indem ich den Äther einer Seefläche, die Materie den Schiffen vergleiche, welche sie durchfurchen. Die verschiedenen Möglichkeiten, von denen du sprachst, bestehen hier darin, daß man dieselbe Gestalt der Seefläche, denselben qualitativen Zustand materiell auf unendlich viele verschiedene Weise realisieren kann; der „materielle Zustand" gilt nämlich erst als bestimmt, wenn von jedem Wasserteilchen feststeht, an welcher Stelle des Seebeckens es sich befindet. Der Festlegung eines Koordinatensystems im Äther, der Beziehung auf ein stehendes Medium entspricht hier die willkürliche unterscheidende Kennzeichnung der einzelnen gleichartigen Wasserteilchen (z. B. durch Numerierung). Kommt das Wasser am Abend, wenn alle Schiffe im Hafen sind, wieder zur Ruhe, so ist der Zustand qualitativ genau der gleiche wie am Morgen vor dem Ausfahren der Schiffe: die Seefläche ist eine glatte „homogene" Ebene. Aber der materielle Zustand, der sich dahinter verbirgt, kann sich vollständig verschoben haben. Es ist nicht angängig (wie es beim Führungsfeld vor *Einstein* geschah), die tatsächliche Lage aller Wasserteilchen in dem durch die Schiffe erregten Seebecken aus einer ein für allemal fixierten Ruhelage und einer durch die Schiffe bewirkten Elongation zusammenzusetzen. Dieser Vergleich macht es recht gut deutlich, wo ich die Grenze erblicke zwischen der als gültig zu akzeptierenden neuen Auffassung, die uns die allgemeine Relativitätstheorie gebracht hat, und ihrer übers Ziel hinausschießenden spekulativen Ausdeutung. Dahinfällt, wie ich nicht leugnen kann, die von ihr versprochene radikale Lösung des Bewegungsproblems, um die sich hauptsächlich der Kampf in der populären Diskussion drehte. Aber freuen wir uns, aus dem Rausche der Revolution erwacht, des ruhigeren Lichtes, das sie jetzt über die Dinge verbreitet und das dem zarteren Verständnis feinere, aber nicht minder bedeutungsvolle Züge der Weltstruktur erhellt!

Die Tatsache, daß Trägheits- und Sternenkompaß fast genau zusammengehen, bezeugt *die gewaltige Übermacht des Äthers* in der Wechselwirkung zwischen Äther und Materie. Denke ich daran, wie auf dem de Sitterschen Hyperboloid die Weltlinien eines Sternsystems mit einer gemeinsamen Asymptote aus der unendlichen Vergangenheit heraufsteigen, so möchte ich sagen: die Welt ist geboren aus der ewigen Ruhe des „Vaters Äther"; aber aufgestört durch den „Geist der Unruh'" (*Hölderlin*), der im Agens der Materie, „in der Brust der Erd' und der Menschen" zu Hause ist, wird sie niemals wieder zur Ruhe kommen.

Petrus. Abtrünnig werde ich dich fortan nicht mehr schelten. Denn immer deutlicher spüre ich, daß du den physikalischen Gehalt der Relativitätstheorie nicht preisgegeben hast und dein Denken über den Kosmos nach wie vor in ihrem Geiste geschieht. Deine Gründe will ich sorgfältig erwägen; aber ob ich mich nun deiner Meinung anschließe oder nicht — voll Freude weiß ich mich von neuem einerlei Sinnes mit dir im Herzen.

Literatur.

1. Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1917, S. 142.
2. Physikal. Zeitschrift *19* (1918), S. 33; *22* (1921), S. 29.
3. Diese wurden namentlich von *Seeliger* diskutiert. Astronomische Nachrichten *137*, Nr. 3273 (1895); Münchner Berichte *26* (1896). Einen Ausweg in

ganz anderer Richtung suchten schon *Lambert* und nach ihm *Fournier d'Albe* (Two new Worlds, London 1907) und *C. V. L. Charlier* (Arkiv för Matem., Astr. och Fysik *4* (1908), Nr. 24). Vgl. Naturwissenschaften *10* (1922), S. 481.
4. Monthly Notices of the R. Astronom. Soc. London, Nov. 1917. Dazu: *Weyl*, Raum, Zeit, Materie, 5. Aufl. (Berlin 1923), S. 322, und Physikal. Zeitschrift *24* (1923), S. 230.
5. *Eddington*, Math. Theory of Relativity (Cambridge 1923), S. 162. — Die Leser dieser Zeitschrift wissen freilich aus den fortlaufenden „Astronomischen Mitteilungen", wie wenig abgeklärt noch immer die Stellung der Spiralnebel ist. Über eine andere von *Lindemann* aufgestellte Hypothese zur Erklärung der Rotverschiebung in den Spektren der Spiralnebel vgl. Naturwissenschaften *11* (1923), S. 961.
6. Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1914, S. 1067.

Chinesische Krabben in der Unterelbe.

Von W. Schnakenbeck, Hamburg.

Einigen auf der Unterelbe auf der Höhe von Brunsbüttel mit der Kurre auf Butt fischenden Finkenwärdern waren Anfang November 1923 einige Krabben (Brachyuren) infolge ihres besonderen Aussehens aufgefallen, die sie deshalb mitnahmen. Durch Vermittlung der Staatlichen Fischereidirektion Hamburg gelangte eins der gefangenen Exemplare in den Besitz der Fischereibiologischen Abteilung des Zoologischen Staatsinstituts in Hamburg. Die Bestimmung ergab, daß es sich um einen Vertreter einer aus den chinesischen Gewässern bekannten Krabbenform, *Eriocheir sinensis Milne-Edwards*, handelte. Das eingelieferte Exemplar war ein Weibchen, und nach Aussage der Fischer wurden diese Krabben häufiger in jener Gegend beim Buttfang in 7—8 Faden Tiefe gefangen. Am 1. Dezember wurden in der Tat weitere zwei Exemplare, ein Männchen und ein Weibchen, erbeutet und eingeliefert, und am 11. Dezember nochmals zwei Stück (♂ und ♀). Außer den eingelieferten Exemplaren sind noch 6 Stück einwandfrei als gefangen festgestellt, aber nicht in unseren Besitz gelangt. Drei davon hatten vor ihrer Einlieferung die Beine abgeworfen, waren dann leider als wertlos angesehen und deshalb fortgeworfen worden; eins war nach dem Fang auf Deck gelegt und dann nicht wiedergefunden, und die letzten beiden schließlich waren in die Bünn[1] getan, aus der man sie natürlich nicht wieder herausbekam.

Es stellte sich dann nachträglich heraus, daß bereits im Juli 1922 eine Krabbe in der Elbe gefunden wurde, die aber bisher unbeachtet geblieben und nicht bestimmt war. Sie wurde in einem kleinen Glasaquarium mit brackigem Wasser gehalten, wo sie sich gut hielt und dreimal häutete (Anfang Juli 1922, 14. Oktober 1922 und 9. Oktober 1923). Sie zeigte die Neigung, sich vollständig im Sande zu vergraben. Die Untersuchung ergab, daß es sich um dieselbe Form handelte, wie die bei Brunsbüttel gefangenen Exemplare. Die erste Haut zeigte einen größten Durchmesser des Cephalothorax von 3½ cm, die zweite von 4 cm und die dritte von 4½ cm. Die Polster an den Scheren, es handelt sich hier um ein Männchen, sind bei der Größe von 3½ cm noch ganz klein, z. B. fehlt hier das Polster auf der Unterseite noch vollkommen, während an den jetzigen Scheren schon sehr stattliche Polster sitzen.



Eriocheir sinensis Milne-Edwards ♀. Etwa 1/2 der natürlichen Größe.

Die Gattung Eriocheir gehört zu der Familie der Grapsiden und der Unterfamilie der Grapsinen. Eine genaue Beschreibung und Abbildung findet sich bei *Milne-Edwards*[2]). Besonders charakteristisch sind die großen, spitzen Dornen am vorderen Rand des Panzers.

Der ganze Rand des Cephalothorax, einschließlich der Dornen, ist gekörnelt. Die Körnelung ist übrigens eine bei dieser Art sehr stark ausgeprägte Eigenschaft, die sich auch an anderen Körpergegenden findet. Nahe dem Vorderrand des Cephalothorax, zwischen den Augen, liegen zwei granulierte Höcker, zwei ebensolche etwas weiter nach hinten und weiter auseinander stehend. Große, spitze Dornen sitzen am distalen inneren Ende des 5. und 4. Gliedes der Scherenfüße und des 4. Gliedes der Gangbeine.

Ein weiteres charakteristisches und besonders auffallendes Merkmal ist die starke Behaarung der Hand.

---

1) Die Bünn ist ein mit dem Meerwasser in Verbindung stehender Raum von Fischereifahrzeugen, in dem die gefangenen Fische lebend an den Markt gebracht werden.

2) *Milne-Edwards:* Notes sur quelques Crustacés nouveaux ou peu connus. Arch. d. Mus. Hist. Nat. Paris, T. *VII*, 1854, S. 146.

Besonders auf ihrer Oberseite befindet sich ein dichtes Polster langer weicher Haare, eine Eigenschaft, von der dieses Tier seinen wissenschaftlichen Namen erhalten hat. Dieser ist dem Griechischen entlehnt und enthält die beiden Wörter „Erion“ = Wolle und „Cheir“ = Hand, also deutsch „Wollhand“.

Aber auch die Ränder des 6.—7. Gliedes des 5. Beinpaares zeigen einen dichten Haarsaum, der in etwas geringerem Maße auch an den Rändern der anderen Beine entwickelt ist. Stark behaart sind auch die Ränder des Abdomens und der Abdominalgliedmaßen.

Das Männchen, das im übrigen gleiches Aussehen hat, übertrifft das Weibchen durch die Stärke seiner Behaarung, abgesehen vom Abdomen und den Abdominalgliedmaßen, die beim Männchen gar nicht oder nur äußerst spärlich behaart sind. Besonders an der Hand befindet sich ein mächtiges Haarpolster, das sich wie ein dichter Kranz um die ganze Hand herumlegt, während beim Weibchen das kleinere Polster der Unterseite von dem etwas größeren der Oberseite beiderseits durch je eine freie Zone getrennt wird. Dieses dichte, dunkelgraue bis graubraune Haarpolster an der Hand der Männchen macht auf den ersten Blick den Eindruck, als wenn es sich um einen schwammartigen Anwuchs handelt.

Die Färbung der in der Elbe gefangenen Exemplare ist olivgrün mit ganz feiner dunkler Sprenkelung. *Milne-Edwards* bezeichnet die Farbe von Eriocheir sinensis als „blanc jaunatre, livide et uniforme“. Dieser Widerspruch in der Beschreibung der Farbe dürfte sich wohl daraus erklären, daß dem genannten Autor nur ein einziges konserviertes Exemplar vorgelegen hat. Die lebensfrische Farbe geht aber im Alkohol sehr schnell verloren, und ein Vergleich mit den Exemplaren aus der Sammlung des Hamburger Zoologischen Museums zeigte, daß sie bei längerem Liegen im Alkohol eine gelbliche, fahle Farbe annehmen. Immerhin wäre aber auch noch eine andere Erklärung für den genannten Widerspruch möglich, daß nämlich tatsächlich die in den chinesischen Gewässern befindlichen Krabben auch im Leben eine helle gelbliche Farbe haben, und diese auch, wie andere Krebse, wechseln. Von E. japonicus gibt *Stimpson*[3]) an, daß dessen Farbe im Leben braun-grau und punktiert sei oder cremefarben.

Die aus der Elbe vorliegenden Exemplare haben eine ansehnliche Größe, der Cephalothorax hat eine Breite von 6½—7½ cm bei den verschiedenen Stücken. Nur das schon seit 1922 im Aquarium befindliche Exemplar ist kleiner. Es mißt z. Zt. 5 cm im Caphalothoraxdurchmesser. Entweder handelt es sich hier um jüngeren Nachwuchs, oder das Exemplar ist in der Gefangenschaft im Wachstum zurückgeblieben.

Das Verbreitungsgebiet von Eriocheir sinensis sind die chinesischen Gewässer, und nach *Doflein*[4]) kommen sie auch im Brack- und Süßwasser vor, z. B. bei Shanghai. Besonders eigenartig ist es, daß nach dem Bericht des genannten Autors diese Krabbe sogar 1300 km vom Meere entfernt bei Schasi im Yang-tse gefunden worden ist. Auch die nahe verwandte japanische Art, E. japonicus de Haan, kommt häufig im Süßwasser vor[5]). Nach *Stimpson* ist diese Art an sandigen Küsten in der Nähe von Flußmündungen zu finden. *De Haan*[6]) berichtet von E. japonicus, daß dieser in schwachsalzigem Wasser lebt, von dort in das Süßwasser geht und sogar in die Bergflüsse hinaufsteigt, und daß er hier sehr häufig auf dem Trockenen beobachtet wird. Im japanischen Volksmunde heißen sie deshalb geradezu „Bergkrabben“. Daß auch die chinesische Form sehr lange außerhalb des Wassers leben kann, zeigten auch die eingelieferten Exemplare, die 4—5 Tage ohne Wasser auf den Fahrzeugen gehalten waren und dann noch nach weiteren 1—2 Tagen lebten, wenn sie eingeliefert wurden. Ebenso werden als Fundorte für die übrigen Arten der Gattung Eriocheir nur die chinesischen und japanischen Gewässer angegeben, so für E. leptognathus Rathbun[7]), E. rectus Stimpson[8]), und E. misakiensis nov. spec.[9]). Nur E. leptognathus scheint von *Mc. Culloch* auch aus australischen Gewässern beschrieben zu sein, doch war mir die Originalnotiz nicht zugänglich, um dies näher nachprüfen zu können. Jedenfalls findet sich nirgends ein Hinweis darauf, daß Eriocheir sinensis oder eine andere Art dieser Gattung bisher in europäischen Gewässern gefunden ist. Nach den letzten Erfahrungen kommt nun diese Art nicht nur in einzelnen Exemplaren in der Unterelbe vor, sondern in einer größeren Zahl, denn es sind im ganzen 12 Exemplare gefangen und davon 6 eingeliefert worden. Wenn sie aber aus einem so stark befischten und auch so eingehend wissenschaftlich untersuchten Gewässer, wie der Elbe, erst jetzt bekannt geworden sind, und wenn dieser Fundort so weit von der Heimat dieser Krebse entfernt ist, so liegt nur die eine Möglichkeit zur Erklärung vor, daß sie eingeschleppt sind.

Es fragt sich nun, auf welche Art diese Krebse von ihrer weit entfernt liegenden Heimat in die Elbe gelangt sind. Daß der Schiffsverkehr der Vermittler ist, steht wohl außer allem Zweifel, und die Fälle, wo derartige Verschleppungen aller möglichen Tiere, nicht nur von niederen Tieren, sondern auch von Amphibien und Reptilien, festgestellt wurden, sind sehr zahlreich[10]). Aber in allen diesen Fällen ist die eigentliche Vermittlerin die Ladung der Schiffe, und das kommt für den fraglichen Krebs wohl nicht in Frage, denn es läßt sich schwer eine Ladung denken, in der er mitgeführt sein könnte, und wenn das doch der Fall sein sollte, wäre er wohl in der Ladung selbst gefunden und nicht lebensfähig in die Elbe gekommen.

Daß auch auf andere Art Verpflanzungen vorkommen können, zeigt das Beispiel der Biddulphia sinensis Grev., einer aus den tropischen Meeren (Rotem Meer, Indischen Ozean) stammenden Diatomee, die 1903 zum ersten Male in der Nordsee festgestellt wurde, ohne daß man indessen irgend einen Anhalt darüber hat, wie sie in die Nordsee gekommen ist. Immerhin bestehen aber für ein winziges Protozoon mit Dauerzuständen ganz andere Verschleppungsmöglichkeiten als für einen so großen Krebs wie Eriocheir sinensis.

Bei dem Auftreten fremder Formen ist jedoch, wenn man eine Erklärung über das Wie sucht, Vorsicht ge-

[3]) Smithsonian Misc. Coll. *XLIX*, S. 124.

[4]) *F. Doflein*: Ostasiatische Dekapoden. Abh. Akad. d. Wiss. München, II. Kl. XXI, *3*, 1902, S. 665.

[5]) *Doflein*: Ostasiatische Dekapoden; *Ortmann*: Die Dekapoden Krebse des Straßburger Museums. Zool. Jahrb. *V*, Abt. Syst., S. 715; Smithsonian Misc. Coll. *XLIX*, S. 124.

[6]) Fauna Japonica (Crustacea) S. 60.

[7]) Proc. U. S. Nat. Mus. *46*, 1914, S. 353, und Siboga-Expeditie, Mon. *XXXIX*.

[8]) Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1858, S. 103, und Siboga-Expeditie, Mon. *XXXIX*.

[9]) Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. *41*, S. 593.

[10]) Vergl. *K. Kraepelin*: Über die durch den Schiffsverkehr in Hamburg eingeschleppten Tiere. Mitt. a. d. Naturhist. Mus. Hamburg 1901, *XVIII*.

boten, da schon die merkwürdigsten Sachen vorgekommen sind, wie z. B. das Auftreten eines Krokodils in der Elbe, dessen Entdeckung s. Zt. großes Aufsehen erregte. Die Erklärung gestaltete sich in diesem Falle aber ganz einfach, denn beim Entladen eines Hagenbeck-Transportes war eines der Krokodile in die Elbe gefallen, wo es eine Zeitlang munter weiter lebte. Es ließe sich nun ebenfalls denken, daß auch dieser Krebs beabsichtigt oder unbeabsichtigt durch den Menschen in unsere Gewässer gelangt ist. Es könnte sich ein Mann der Besatzung eines Schiffes aus Sport oder Spielerei, oder um sich einen Nebenverdienst zu verschaffen und sie an Liebhaber zu verkaufen, einige Tiere mitgenommen haben, bis er kurz vor der Landung, der Sache überdrüssig geworden, sie über Bord geworfen hat, oder daß sie beim Aufklaren des Schiffes vor dem Aufkommen in den Hafen durch Vorgesetzte entfernt sind.

Eine letzte Erklärungsmöglichkeit bestände darin, daß die Einschleppung durch das Schiff selbst erfolgt wäre. *Ortmann* erwähnt, daß einige der zusammen mit den Grapsinen zu den Grapsiden gehörigen Plagusiinen der Südsee (Plagusia immaculata) an schwimmendem Holz gefunden wurden. Nun ist es allerdings für einen Krebs viel leichter, sich an langsam treibendem Holz zu halten, als bei voller Fahrt und evtl. noch bei starkem Seegang an dem Anwuchs eines Schiffsbodens. Aber hinwiederum besitzen viele Krebse, man denke nur an unseren Cancer pagurus, eine sehr starke Fähigkeit, sich an und zwischen allen möglichen Gegenständen überaus fest anzuklammern. Jeder, der es einmal versucht hat, einen Cancer pagurus zwischen Steinen hervorzuholen, wird wissen, wie schwer das ist. Hiernach könnte man wohl nicht ohne weiteres die Möglichkeit von der Hand weisen, daß sich ein Krebs zwischen dem Anwuchs von Muscheln und Balanus oder sonstwie in irgendeiner Ritze festgeklammert hat und mitgeführt ist. Daß er sich nun ausgerechnet erst in der Elbe wieder vom Schiffsboden gelöst hat, wäre auch nicht als so besonders wunderbar anzusehen. Nach den Angaben in der Literatur liebt Eriocheir sinensis offenbar das Brack- und Süßwasser, und möglichweise war das Mündungsgebiet der Elbe das erste Medium nach seiner Abreise aus den heimischen Gewässern, das ihm nach dem langen Aufenthalt im ozeanischen Wasser mit hochprozentigem Salzgehalt zusagte. Herr Prof. *Hentschel* äußerte auf Grund seiner Erfahrungen über den Anwuchs der Schiffe sehr starke Bedenken gegen die Möglichkeit, daß so große Tiere wie diese Krebse am Anwuchs mitgeführt werden. Viel eher ließe sich jedoch eine Verfrachtung kleinerer, junger Exemplare denken. Aber da besteht dann wieder die Schwierigkeit, wie man sich das Vorkommen so vieler Exemplare an einer eng begrenzten Stelle vorstellen soll. Es läßt sich schwer annehmen, daß, wenn sich wirklich eine größere Anzahl junger Krabben an dem Anwuchs eines Schiffes befunden haben, sie sich nun gerade an ein und derselben Stelle losgelöst haben. Besonders dieses letzte Moment, nämlich daß sie in der Elbe alle an einem eng begrenzten Platz gefunden wurden, würde sehr dafür sprechen, daß sie alle an einer Stelle über Bord gekippt sind. Andererseits könnte, vorausgesetzt daß diese, wie erwähnt angezweifelte, Möglichkeit überhaupt besteht, ein einzelnes Weibchen mit Eiern verschleppt worden sein, so daß gleich eine Vermehrung stattgefunden hat. Besonders in diesem und auch in dem Falle, daß eine Anzahl junger Exemplare eingeschleppt sind, müßten die Krebse aber schon längere Zeit, ohne daß sie gefunden oder beachtet wären, in der Elbe gelebt haben, da sie eine so stattliche Größe erreichten. Wenn nicht in der Elbe schon eine Vermehrung eingetreten ist, so deutet der Umstand, daß das 1922 gefangene Exemplar eine im Verhältnis zu allen jetzt eingelieferten noch eine erheblich geringere Größe hatte (3½ zu 6½—7½ cm), darauf hin, daß sie als sehr viel kleinere Tiere in die Elbe gekommen sind.

Es ergibt sich, daß alle diese Erörterungen über die Art der Verschleppung nur Theorie bleiben, ohne daß die tatsächliche Erklärung möglich ist. Wir haben nur die Tatsache vor uns, daß diese chinesische Krabbenform in der Elbe vorhanden ist. Und sie wird sich hier halten können, wenn nicht nur die Lebensbedingungen für sie günstig sind, sondern auch die Bedingungen für ihre Fortpflanzung. Daß sie eine Überwinterung in der Elbe ertragen kann, ist dadurch bewiesen, daß sie schon mindestens seit 1922 vorhanden ist, also wenigstens schon einen Winter überstanden hat.

Nach Niederschrift und Drucklegung der obigen Ausführungen sind uns noch einige weitere Daten über Eriocheir sinensis in der Elbe bekanntgeworden. Über die im Jahre 1922 gefangene Krabbe hatten wir anfangs nur wenige und ungenaue Angaben erhalten können, da die am Fang und an der Einlieferung unmittelbar beteiligten Personen uns unbekannt waren bzw. sich auf See befanden. Nunmehr ist es uns gelungen, den Fischer, der die Krabbe s. Zt. gefangen hatte, ausfindig zu machen und von ihm nähere Angaben zu erhalten. Diese brachten ein ganz neues und überraschendes Ergebnis, das uns ein ganz anderes Bild über die Verbreitung der Krabbe in der Elbe gibt und die Zahl der bisher gefangenen Tiere auf 15 erhöht.

Das fragliche Exemplar wurde im Juli 1922 in der Mündung des Köhlfleths, eines oberhalb der Insel Finkenwärder in die Elbe mündenden Flußarmes, beim Buttfang in 5 m Tiefe erbeutet. Im November wurde dann von demselben Fischer am Asseler Sand (am Südufer der Elbe, SO von Glückstadt, gegenüber der Krückaumündung) ebenfalls ein Exemplar gefangen. Außerdem wußte der Fischer noch über zwei weitere Fänge durch zwei andere Personen zu berichten. Der eine war im Sommer 1923 vor der Mündung der Este, der zweite im September in der Süderelbe (südlich von Finkenwärder) erfolgt.

Danach beschränkt sich also das Vorkommen dieser Krabbe in der Elbe nicht allein auf eine engbegrenzte Stelle (bei Brunsbüttel), wie wir nach den vorher bekannten Funden annehmen mußten, sondern sie ist an verschiedenen Orten des Stromes zwischen Brunsbüttel bis unmittelbar unterhalb Hamburgs gefunden worden. Das scheint darauf hinzuweisen, daß die Krabben entweder in größerer Zahl eingeschleppt sind (vielleicht doch als jugendliche Tiere am Schiffsbewuchs) und sich an verschiedenen Stellen angesiedelt haben, oder daß sie schon eine geraume Zeit hier sind und sich inzwischen auf weitere Strecken ausgebreitet haben. Es scheint danach auch, daß sich dies interessante Tier wirklich in der Elbe eingebürgert hat. Bei dem Vorhandensein einer größeren Zahl ist auch zu hoffen, daß es nicht ganz weggefangen, sondern sich halten wird.

Zur Ergänzung seien schließlich noch einige weitere, mir inzwischen bekanntgewordene Daten aus der Literatur angegeben, die sich auf Verschleppungen von Dekapoden beziehen. So wurde im Adriatischen Meere

1910 ein Exemplar von Neptunus sanguinolentus M. Edw. gefunden, vordem nur aus dem Indischen Ozean bekannt (*K. Babic*)[1]), 1907 im Golf von Triest ein Exemplar von Plagusia tuberculata, die sonst nur im Indopacifischen Ozean vorkommt (*G. Stiasny*)[2]). Schließlich ist eine weitere sehr interessante Mitteilung[3]) zu erwähnen, die zeigt, daß kleinere Krebse tatsächlich am Bewuchs von Schiffen mitgeführt werden. An einem im Hafen von Saint-Vaast-la-Houge (an der französischen Kanalküste) aus Madagaskar eingelaufenen Schiff wurde der Bewuchs untersucht, der vor allem aus einer Seepockenart (Balanus tintinnabulum) bestand. In jedem leeren Balanusgehäuse nun wurde eine kleine Krabbe gefunden. Es handelte sich dabei meistens um Menippe convexa Rathbun, die vordem erst aus 3 Exemplaren von Honolulu, Siam und Borneo bekannt gewesen war, hier allerdings nicht in Gesellschaft mit Balanus. Von dieser Krebsart nimmt man indessen an, daß sie, wenn nicht gar ausschließlich, so doch in der Mehrzahl der Fälle immer in den Gehäusen von Balanus vorkommt. Nun kennt man die Biologie von Eriocheir sinensis meines Wissens noch nicht, aber nach dem Beispiel von Menippe wäre es immerhin nicht ausgeschlossen, daß auch Eriocheir als Jugendform sich in irgend einem Schlupfwinkel, vielleicht auch in Balanusgehäusen, aufhielte, und das um so mehr, als ja auch andere Brachyuren (u. a. Cancer pagurus und Porcellana longicornis) die Gewohnheit haben, sich zu verkriechen. Bestätigt wird das durch die Beobachtung der beiden jetzt lebend bei uns gehaltenen Exemplare, die sich stets im Sande, unter einer Muschelschale oder in einem hohlen Ziegelstein aufhalten, so daß man sie immer erst lange suchen muß. Und somit kann es nicht als ganz unwahrscheinlich angesehen werden, daß die chinesischen Krabben als kleinere Tiere in leeren Balanusgehäusen oder anderen Schlupfwinkeln am Bewuchs eines Schiffes eingeschleppt sind.

[1]) Zool. Zentralbl. 1911, XVIII, S. 183.
[2]) Zool. Anz. 1908, XXXII, S. 750.
[3]) Compt. rend. 1913, 156, S. 404 (Ref. i. Naturw. 1913, I, S. 295).

Der Einfluß des Zölibats auf gefangene Sperlingsvögel.

Von Fritz Braun, Danzig-Langfuhr.

Die Erfahrungen, welche der Tierpfleger an *gefangenen* Vögeln macht, dürfen wegen der regelwidrigen Lebensbedingungen der Gefangenschaft beileibe nicht kritiklos benutzt werden, um die Biologie der betreffenden Arten zu ergründen. Dennoch gewähren sie uns mancherlei wesentliche Aufschlüsse über das Wesen tierischen Lebens schlechthin. Wenn der Kreis einschlägiger Erfahrungen groß genug ist, vermögen wir wohl auch bestimmte Gebiete des tierischen Trieblebens nach der einen oder anderen Richtung hin zu beleuchten. Besonderer Teilnahme dürfte da vielleicht die Frage sicher sein, wie der Umstand, daß gefangene, in Einzelhaft gehaltene Vögel jahraus, jahrein nicht zum Fortpflanzungsgeschäft kommen, ihr Wohlbefinden und ihre Lebensäußerungen beeinflußt.

Bei solchen Erwägungen zeigt sich nun, daß der Einfluß jahrelanger Einzelhaft bei beiden Geschlechtern recht verschieden ist. Weil bei den meisten Sperlingsvögeln unserer Heimat, die wir als gute Sänger schätzen, eine Überzahl von Männchen vorhanden ist, müssen die männlichen Vögel auch im Freileben mit der Möglichkeit der Ehelosigkeit rechnen. So ist es denn auch erklärlich, daß dieser Zustand ihnen in der Gefangenschaft keinen sonderlichen Schaden zu bringen pflegt. Jene Energie, die sie auf der einen Seite ersparen, geben sie nach anderer Richtung aus, indem sie weit länger und stärker singen als solche Vögel, deren geschlechtliches Leben seinen normalen Verlauf nahm. Die Redensart der Vogelliebhaber, das gefangene Männchen „singe sich seinen Steißzapfen fort“, drückt in volkstümlicher Form ganz dasselbe aus, was wir hier in etwas akademischerer Weise zu erklären suchen. Derart gewinnt auch der rein formal-logische Erklärungsversuch *Herbert Spencers*, die Vögel sängen, um ihre „overflowing energy“ loszuwerden, einen spezielleren und unserer Meinung nach wesenhafteren Sinn, denn um eine solche *„overflowing energy“* handelt es sich doch *besonders* bei den uneingepaarten Männchen, bei denen die zum Fortpflanzungsgeschäft benötigte Energie nicht in die normalen Bahnen gelenkt wird. Je größer die Überzahl der Männchen bei einer Spezies ist, um so wesentlicher wird auch die Ablenkung der ungenutzten Energie für das Leben der Individuen und die Erhaltung der ganzen Art sein. Üben doch die Sänger bei ihrer Tätigkeit solche Handlungen, die für die *nächste* Brutperiode von größter Bedeutung sind, weil sie bei der Brautwerbung, den Brunstkämpfen u. a. m. eine entscheidende Rolle spielen, so daß diese Energie bei ihrer Verausgabung nicht nutzlos verpufft wird, sondern dazu dient, die Individuen für den Daseinskampf im nächsten Jahre um so besser auszurüsten. So wird es denn auch verständlich, daß wir unter älteren Käfigvögeln mitunter ganz hervorragenden Sängern begegnen, wie wir sie in der Freiheit nur selten treffen. Wird die Sangeslust nicht in *übertriebener* Weise gesteigert, so pflegen die Sänger auch in gesundheitlicher Hinsicht keinen Schaden zu nehmen. Anders liegen die Dinge nur, wenn ihr Pflegeherr durch allerlei Reizmittel den Sangestrieb aufs höchste zu steigern sucht. Dann erleben wir jene Fälle, wo die Vögel sich geradezu zuschanden singen und in so verbrauchtem Zustande in die Mauser kommen, daß sie diesen, neue Kräfte heischenden Lebensabschnitt nicht mehr überstehen können.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Weibchen, welche in der Natur nur recht selten zu jüngferlichem Einspännertum verdammt sein mögen. Meinen Erfahrungen zufolge leiden sie unter dem erzwungenen Zölibat der Einzelhaft viel mehr als die artgleichen Männchen. Ob sie überhaupt Eier legen, und wie groß deren Zahl wird, ist individuell ganz verschieden. In der Regel geschieht es gar nicht; in anderen Fällen kommt es jahraus, jahrein zum Legen eines oder einiger Eier. *Volle* Gelege habe ich noch von keinem solchen Weibchen erhalten. Bei manchen Weibchen nimmt man so gut wie gar nichts davon wahr, daß sie im Frühjahr und Frühsommer Zeitabschnitte überstehen, in denen sie im Freileben ihre wichtigste Lebensaufgabe erledigen müssen. Jene Töne und Bewegungen, welche zum Begattungsakt einladen, scheinen erst durch den *Anblick* eines artgleichen Männchens ausgelöst zu werden; in der Gefangenschaft

beobachtete ich sie eigentlich nur an in Einzelhaft gehaltenen Zeisigweibchen (Chrysomitris spinus L.). Viele Weibchen leiden aber ersichtlich unter dem Bann, der durch die willkürlichen Handlungen des Pflegers über sie verhängt wird. Da wundert sich ihr Besitzer wohl, daß die sonst recht quecksilberigen Tiere mit einem Male standbildartig stillsitzen und nur noch zum Fressen und Saufen an die Näpfe fliegen. Anfangs vermeint er wohl, die Vögel wären krank, bis ihn ihr ruhiger Atem und die normale Beschaffenheit des Kotes eines besseren belehren. Aber nicht eben selten rächt sich die Regelwidrigkeit ihres Lebens in der schlimmsten Weise. Zu keiner Zeit des Jahres habe ich in Einzelhaft gehaltene Weibchen so oft durch auszehrungsartige Krankheiten verloren wie in den Wochen, da ihre Artgenossen im Freien brüten. Auch letztes Jahr hatte ich wieder mit zwei solchen Krankheiten verfallenen Stieglitzweibchen (Carduelis carduelis L.) zu tun. Das eine, welches ich — es war ein altes, ziemlich hahnenfedriges Stück, das nach Art solcher Vögel ebenso fleißig wie stümperhaft sang — vor geraumer Zeit verschenkt hatte, ging an dem Leiden rasch zugrunde; das andere, um dessen Erhaltung ich mich nach Kräften mühe, lebt noch, gleicht aber in seinen Lebensäußerungen ganz einer aus Rand und Band gekommenen Uhr, die wohl zuzeiten für ein paar Stunden den Anschein erweckt, als wolle sie es wieder in alter Weise halten, dann aber doch ganz unregelmäßig zu ticken beginnt. Zu retten ist auch dieser Vogel schwerlich, ob er gleich, namentlich bei starker Erwärmung durch Sonnenschein, halbe Tage lang den Eindruck des Gesunden macht. In zwei bis drei Wochen ist er sicherlich dahin (starb inzwischen: Bem. des Korrektors), und solange stellt er seinen Pfleger vor eine jener unerquicklichen Aufgaben, bei denen es nur ein trüber Trost bleibt, daß man auch bei ihnen manches über die Bedingtheiten tierischen Lebens zu lernen vermag. Jene Stieglitze, von denen ich eben sprach, saßen auch während der Brütezeit auf der Stange, andere huscheln sich dann im Sande ein und bewahren eine ähnliche Haltung wie sonst im Nest. Noch heute führte mir das ein Feldsperlingsweibchen (Passer montanus L.) vor, fast als wollte es mich mahnen, es in dieser Abhandlung nur ja nicht zu vergessen. Eine vorherige Eiablage ist zu solchem Verhalten durchaus nicht erforderlich.

Bei allen diesen Dingen ist es ganz gleich, ob es sich um alteingefangene oder um aufgezogene Vögel handelt. Über kein anderes naturphilosophisches Schlagwort habe ich in letzter Zeit so viel gesonnen und gegrübelt wie über *Üxkülls* geistvolle Erklärung, daß wir es bei der Natur mit „wissender Wirklichkeit" zu tun hätten. Eine ganze Welt von Begriffen und Begriffskreisen wird durch dieses Wort aus dunkeln Tiefen zum Licht oder wenigstens in den noch fahlen Dämmerschein kommenden Tages gehoben, aber es geht uns bei ihm wie bei allen ähnlichen Versuchen, eine ganze Begriffswelt mit einem kurzen Schlagwort wie mit einem jäh aufflammenden Blitze zu erhellen. Um es wirklich brauchen zu können, muß man doch bei jedem Einzelfall mit einer solchen Menge von Voraussetzungen und Einschränkungen rechnen, daß dem Laien das gute Wort seinen guten Sinn *gänzlich* zu verlieren scheint. Das zeigt sich auch bei den Dingen, die wir hier besprechen. Nur dann werden die Vorgänge im tierischen Leben, wie ein *Goethe* wohl sagen möchte, „wahr und seiend", wenn sich alle Bewegungen in *gesetzmäßiger* Weise vollziehen. Treten infolge äußerer Gewalt irgendwelche Hemmungen ein, so ist es um Wissen wie um Wirklichkeit geschehen, und es ergeben sich Zustände, welche allerlei Fehler und Störungen in der großen Lebensuhr hervorrufen, welche nur noch den grübelnden Sinn *solcher* Menschen beschäftigen, die hinter der Wirklichkeit des Augenblicks die Idee, hinter dem Gewordenen „die Mütter" suchen.

Besprechungen.

Dannemann, Friedrich, Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange. 3. Band. Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Aufstellung des Energieprinzipes. 2. Auflage. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1922. XI, 432 S., 65 Figuren im Text und ein Bildnis von Gauß. 16×23 cm.

Fester, Gustav, Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie. Berlin, Julius Springer, 1923. VIII, 225 S. 17×26 cm. Preis geh. 7,50, geb. 9,— Goldmark.

Die geschichtliche Betrachtung der Naturwissenschaften und der Technik erfreut sich in den letzten Jahren, nachdem sie lange arg vernachlässigt war, einer zunehmenden Wertschätzung. Das zeigt nicht nur die steigende Zahl der Schriften auf diesem Gebiet, sondern auch die wohlwollende Beurteilung, die sie von Männern verschiedenster Richtungen finden. Die Gründe dieses Wohlwollens dürften im einzelnen recht verschieden geartet sein; Übereinstimmung scheint aber darin zu herrschen, daß Forschen und Lehren aus der Betrachtung des Werdeganges unserer Kenntnisse, Anschauungen und Fertigkeiten stets Gewinn ziehen werden. Gilt dies schon für die Geschichte der einzelnen Zweige der Naturwissenschaften, so wird das Dannemannsche Werk, das ihre Gesamtheit umfaßt, höhere Ziele erreichen; in der Tat zeigt es ein gutes Stück der Entwicklung von Kultur und Zivilisation, indem es „die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange" schildert. Die erste Auflage dieses Buches (1910—1914) ist in dieser Zeitschrift (2, 1914, 303) recht ausführlich besprochen worden. Da die zweite Auflage sich von jener nur durch einige Zusätze und schärfere Gliederung unterscheidet, so erscheint es nicht notwendig, nochmals auf den Inhalt und die Anordnung des Stoffes einzugehen. Hervorheben möchte ich aber, daß *Dannemann* es in ausgezeichneter Weise verstanden hat, aus der großen Fülle des Materials das *Wesentliche* auszuwählen und dies anschaulich und allgemeinverständlich vorzutragen. Mehrfach ist es ihm gelungen, die Entwicklung eines ganzen Zeitabschnittes um einzelne Persönlichkeiten zu gruppieren und so eine eindringliche Geschlossenheit zu erreichen. Auch in der Mitteilung biographischer Angaben herrscht eine weise Sparsamkeit, und trotzdem gewinnt man von dem persönlichen Wirken der hervorragenden Forscher ein abgerundetes Bild, das durch Zitate aus Briefen und Abhandlungen wirksam belebt wird. Wer den Wunsch hat, die Entwicklung der Naturwissenschaften auch außerhalb seines eigenen Sondergebietes kennen zu lernen — und dies wird man bei den Lesern dieser

Zeitschrift voraussetzen dürfen —, der nehme den *Dannemann* zur Hand; er wird nicht nur Belehrung finden, sondern auch erfahren, daß das Beste an der Geschichte der Enthusiasmus ist, den sie erweckt.

Der Leserkreis der Festerschen Schrift wird enger begrenzt sein, obwohl es recht wünschenswert wäre, daß die vielen, die die Wunder der chemischen Technik aus den letzten 50 Jahren bestaunen, auch die sehr bescheidenen Grundlagen kennen lernten, aus denen die neueren Erfolge hervorgewachsen sind.

In ganz moderner Weise umfaßt *Fester* mit dem Begriff „chemische Technik" nicht nur die chemisch-technischen Fragen — Arbeitsverfahren und -vorrichtungen —, sondern auch die volkswirtschaftlichen: Aufbau der Betriebe (Gewerbe, Manufaktur, Fabrik), ihre örtliche Bedingtheit, Beziehungen der chemischen Technik zu anderen Industrien, zum Handel, zu politischen und kulturellen Ereignissen (Entdeckungen) usw. Ebenso sind sachlich die Grenzen des behandelten Stoffes weit gezogen; alle Industrien, bei denen chemische Vorgänge eine wesentliche Rolle spielen (Metallurgie, Gährungsgewerbe, Bleicherei und Färberei, Gerberei, Glasindustrie und Keramik, Papierfabrikation), auch wenn sie im heutigen Sinne, wie viele der genannten, nicht zur chemischen Technik gehören, werden in den Kreis der Behandlung gezogen.

In der Entwicklung der älteren chemischen Technik lassen sich drei Perioden erkennen: Altertum und Frühmittelalter — Spätmittelalter bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts — vom Anfang des 17. bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts. In der ersten Periode ist der Stoff nach Kulturkreisen gegliedert: Ägyptisch-orientalische Technik — Griechisch-römische Technik — Spätgriechisch-arabische Technik — Westeuropäische Technik. In den beiden späteren Perioden bespricht *Fester* nach einer allgemeinen Charakteristik zunächst die wirtschaftlichen Verhältnisse und die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Technik, sodann das Hüttenwesen, die anorganisch-chemischen Gewerbe, Glasindustrie und Keramik und die organisch-chemischen Gewerbe.

Eigene Forschungen liegen der Festerschen Darstellung nicht zugrunde; sie benutzt z. T. zusammenfassende zeitgenössische Schriften, meist aber schöpft sie aus sekundären Quellen, die einzelne Gebiete der chemischen Technik monographisch behandeln. Trotzdem darf man dies Buch als eine wertvolle Pionierarbeit bezeichnen, denn eine neuere allgemeine Geschichte der chemischen Technik war bisher noch nicht vorhanden; nur nebenbei wurde ihrer in der Geschichte der wissenschaftlichen Chemie gedacht.

Die deutsche chemische Industrie, die neuerdings die wissenschaftlich-literarischen Unternehmungen auf das freigebigste unterstützt und fördert, hat bisher der geschichtlichen Darstellung ihres eigensten Gebietes sowohl in der älteren wie in der neueren Zeit noch nicht ihre Aufmerksamkeit gewidmet. Nachdem *Fester* die Geschichte der älteren chemischen Technik in anziehender Weise geschildert hat, wäre es nunmehr an der Zeit, auch eine authentische Darstellung der Entwicklung der chemischen Industrie in der Neuzeit zu geben. Das literarische Material dafür ist in überreichem Maße vorhanden; auch an mündlicher Überlieferung herrscht noch durchaus kein Mangel. Die Erfüllung dieser Aufgabe ist nicht so sehr eine Pflicht gegen das lebende Geschlecht, als gegen die kommenden Generationen, die die Zeit rühmen werden, in der man neben der alten Geschichte für die eigene Gegenwart nicht die neue Geschichte für die Zukunft vergaß.

I. Koppel, Berlin-Pankow.

Leutenegger, Albert, Begriff, Stellung und Einteilung der Geographie. Gotha, Justus Perthes, 1922. IV, 157 S.

Die wesentliche Aufgabe der Geographie besteht, kurz formuliert, in der Untersuchung der chorologischen und Korrelationsbeziehungen aller Erdoberflächenerscheinungen, d. h. in der Betrachtung ihrer räumlichen Verteilung und ihres Zusammen- und Wechselwirkens. Die Geographie umfaßt also eine Summe von Erscheinungen, die jede für sich auch Gegenstand anderer Wissenschaften sind. Das hat zur Folge, daß Grenzkonflikte hier häufiger vorkommen und daß der Begriff minder scharf umrissen und in seiner Fassung umkämpfter ist, als es bei irgendeiner anderen Wissenschaft der Fall ist. Die ungeheure Ausdehnung des Stoffgebietes bringt weiter notwendig eine starke Spezialisierung und damit die Gefahr mit sich, daß der einzelne Forscher den Gesamtüberblick verliert. Zudem ist die Geographie in der oben angedeuteten Form eine junge Wissenschaft, die das Stadium vorwiegend beschreibender und systematisierender Tätigkeit erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit überwunden hat, die hinsichtlich der Einbeziehung neuer Forschungsobjekte und der Behandlungsmethoden in steter Ausdehnung begriffen ist, auch immer mehr an Anhängern und an Wertschätzung gewinnt. Da kann es nicht wundernehmen, daß das Bedürfnis nach begrifflicher, systematischer und methodischer Abklärung ein ganz besonders großes ist und daß die entsprechende Literatur rasch an Umfang wächst. Doch mußte das Ziel noch immer in weiter Ferne liegen, solange sich die Erörterung auf kurze Essays und Aufsätze in Zeitschriften oder auf Serienschriften verschiedener Verfasser beschränkte, in denen nur punktförmig einzelne Fragen herausgeschält oder das Ganze doch nur mehr oder weniger summarisch behandelt werden konnte (vgl. hierzu auch Naturwissenschaften Jahrgang 8, S. 115, 638). Einen erheblichen Schritt zur Erreichung des ersehnten Zieles bedeutet nun das vorliegende Werk, welches, gestützt auf die einschlägige Literatur unter Berücksichtigung aller Punkte, auf breiterer Grundlage an den Gesamtkomplex der in Rede stehenden Probleme herantritt. Der erste Band des auf 2 Bände geplanten Buches behandelt in scharfer Gliederung des Stoffes Begriff, Grenzen, Inhalt und Methode der Geographie, ihre Stellung innerhalb des Gesamtgebäudes der Wissenschaften und im Zusammenhange mit den Nachbarwissenschaften, endlich ihre Einteilung. In diesem letzten, praktisch ganz besonders wichtigen Kapitel werden die Mängel der bisherigen Systeme nachgewiesen, die grundsätzlichen Schwierigkeiten der Einteilung gerade der Geographie auseinandergesetzt, und es wird den bestehenden Systemen ein eigenes neues hinzugefügt und eingehend diskutiert. Was *Leuteneggers* Einteilung besonders kennzeichnet, ist die analytische Art der Behandlung, das durchgehende Fortschreiten von der Beschreibung zur Untersuchung der Kausalität und Genese, die das System zur Grundlage des Unterrichts wertvoll zu machen geeignet ist. Überzeugend wirkt auch das Herausheben einer besonderen Darstellungslehre der geographischen Objekte, wodurch auch die Kartenlehre aus dem Konvolute der mathematischen Geographie herausgelöst wird und erst nach Erschöpfung der Gesamtheit der den Karteninhalt zusammensetzenden Erscheinungen zur Sprache kommt. Nicht gering anzuschlagen ist die Herausarbeitung und Gliederung der Kulturgeographie, wo-

durch mancher bisher vernachlässigte Gegenstand an die rechte Stelle gerückt wird. Nicht minder ist es die Einräumung eines Hauptabschnittes für die Lehre von der Benennung. Gewagt erscheint auf den ersten Blick die durch das System bedingte Stellung der atmosphärischen Erscheinungen hinter den hydrographischen. Indessen werden die Einzelheiten dieser und der andern Abschnitte mit Gewinn erst nach dem Erscheinen des zweiten Bandes diskutiert werden können, dessen Veröffentlichung allen ungünstigen Zeitläuften zum Trotz doch zu erhoffen ist. Liegt das Werk ganz vor, dann wird die Frage zu einem gewissen, vorläufigen Abschluß gelangt sein, zum Nutzen für den Methodologen, dem es die noch ausstehende Zusammenfassung bringt, zum Nutzen aber auch für den methodischen Dingen Fernerstehenden, dem es einen Überblick über seine Wissenschaft gewährt.

B. Brandt, Berlin.

Halbfaß, W., Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Berlin, Gebr. Bornträger 1923. VIII, 354 S. und 110 Abb. im Text. 17 × 26 cm. 15,— Goldmark.

Eine zusammenfassende Darstellung der Seenkunde bot uns bisher nur *Forels* Handbuch der Seenkunde. Dieses an sich vortreffliche Buch konnte aber nicht ganz befriedigen, weil es nur eine allgemeine Seenkunde brachte, aber nicht zur vergleichenden Behandlung des Stoffes fortschritt. Überdies ist *Forels* Werk, das 1901 erschien, durch die rasche Entwicklung unserer Kenntnisse zum Teil bereits veraltet. Da ist es sehr zu begrüßen, daß die vorhandene Lücke nunmehr durch die vorliegende Arbeit ausgefüllt ist. Für eine solche vergleichende Seenkunde war wohl kaum ein anderer deutscher Forscher so geeignet wie *W. Halbfaß*, der an dem Aufbau der modernen Limnologie wesentlich beteiligt ist, der die umfangreiche, sehr zerstreute Literatur gut beherrscht und der die Erforschung der Seen sich geradezu zur Lebensaufgabe gemacht hat.

Das Buch behandelt nicht alle Gebiete der Limnologie. Die biologischen Verhältnisse sind abgesehen von einer kurzen Bemerkung ganz fortgelassen. Der Verfasser fühlte sich dazu nicht berufen und hat sich selbst auf diesem Gebiete wenig betätigt. Auffallend kurz ist auch der Abschnitt über die Entstehung der Seen, was der Verfasser damit begründet, daß die einschlägigen Fragen ausreichend in den großen Lehrbüchern der Geographie und der Geologie behandelt seien. Allein gerade eine vergleichende Seenkunde sollte sich doch auch mit diesem Problem eingehend befassen. Am ausführlichsten kommen die physikalischen und chemischen Verhältnisse zur Darstellung, sie sind das hauptsächlichste Arbeitsgebiet des Verfassers. Die Abschnitte Hydraulik, Thermik, Optik, Akustik und Chemie nehmen fast die Hälfte des Buches ein. Die letzten Abschnitte sind der Anthropogeographie gewidmet. Hier hat sich der Verfasser nur auf allgemeine Richtlinien beschränkt, ohne tiefer in die gegebenen Probleme einzudringen.

Trotz der ungleichmäßigen Bearbeitung der einzelnen Gebiete der Limnologie verdient das Buch doch volle Anerkennung. Besonders hervorzuheben ist die ausgiebige Heranziehung der vorhandenen Literatur und das Bemühen des Verfassers, möglichst erschöpfend die verschiedenen Ansichten der Fachmänner zur Geltung zu bringen und das Für und Wider gegensätzlicher Anschauungen gerecht zu behandeln. Im einzelnen wird der Fachmann nicht immer den Ausführungen des Verfassers bestimmen. Das ist bei dem jugendlichen Alter der Seenkunde leicht begreiflich, da eben viele Probleme noch nicht genügend geklärt sind. Zuweilen sind dem Verfasser jedoch auch Versehen untergelaufen. So gibt die Beschreibung von den als Rinnen bezeichneten Strömungen im Würmsee (S. 171) ein ganz falsches Bild von dieser Erscheinung. Die im norddeutschen Diluvialgebiet vorkommenden Sölle werden als Enderscheinungen der Verlandung abflußloser Seen erklärt (S. 38). Das widerspricht gerade dem Wesen der Sölle, die völlig unvermittelt in die Grundmoräne eingesenkt sind, niemals als Teile eines größeren Beckens auftreten. Bei der Behandlung der Eisbildung auf Binnenseen wird angegeben, daß die oberen Wasserschichten, wenn sie unter 4° sich abkühlen, untersinken, weil sie schwerer geworden seien als das Wasser von 4° (S. 214). Dann hätte ja das Wasser bei 4° nicht das Dichtigkeitsmaximum erreicht. Die Erdwärme kann als Ursache für die Zunahme der Wärme in der Tiefe einzelner Seen (Königsee) wohl kaum herangezogen werden (S. 205), da sie nicht die umgekehrte Wärmeschichtung darüber zu erklären vermag. Doch diese Einwände sollen den Gesamtwert des Buches, das übrigens auch mit zahlreichen Bildern ausgestattet ist, nicht vermindern. Das Werk wird für die weitere Entwicklung der Seenkunde eine grundlegende Bedeutung haben.

W. Ule, Rostock.

Hedin, Sven, Mount Everest. Leipzig, F. A. Brockhaus. 1923. 194 S., 8 Künstlersteinzeichnungen von *Georg Baus*, eine Anstiegskizze, 9 Karten und 3 Profile. 13 × 19 cm.

In seiner bekannten fesselnden und unterhaltenden Schreibweise gibt der schwedische Forscher eine spannende Schilderung der beiden englischen Expeditionen zur Besteigung des Mount Everest, über welche in dieser Zeitschrift bereits berichtet wurde (9. Jahrgang, 1921, S. 530—532 und 11. Jahrgang, 1923, S. 65—70). Wie es bei dem besten Kenner Tibets nicht anders zu erwarten ist, begnügt er sich aber nicht mit einer referierenden Darstellung, sondern er würdigt das große und kühne Unternehmen der Engländer mit gebührender Anerkennung, ohne jedoch mit seinem Urteil und seiner Kritik zurückzuhalten, welche bei der großen Sachkenntnis des Verfassers allseitiger Beachtung sicher sein kann. Wie hoch er die bergsteigerische Leistung bewertet, geht aus der Bemerkung hervor, daß *Amundsens* Vordringen zum Südpol eine ziemlich bequeme Wanderung und *Alcocks* Flug über den Atlantischen Ozean eine Lustreise war im Vergleich mit der Besteigung des Mount Everest. *Hedin* hält, um die Antwort auf die häufigste Frage vorweg zu nehmen, die Erreichung der Gipfelhöhe von 8882 Metern durch Besteigung aus physiologischen Gründen für nicht gut möglich. Er beklagt den unglücklichen Beschluß, auf die Mitwirkung von Flugzeugen zu verzichten, die es ermöglicht hätten, Depots in großen Höhen anzulegen und dadurch die Kräfte der Bergsteiger zu schonen. Mit großem Scharfsinn kritisiert er einige Stellen in den Berichten der Expeditionsteilnehmer, und man hat mitunter die Empfindung, daß die Expedition sich manche Fehlgriffe erspart hätte, wenn ihr ein Berater zur Seite gestanden hätte, der über eine so große Reiseerfahrung im Tibetischen Hochlande verfügen konnte, wie *Hedin*. Dies tritt auch in der Berichtigung mehrerer kleiner Irrtümer zutage. Bemerkenswert sind die Feststellungen, daß der Berg nicht erst 1852 von den Engländern entdeckt wurde, sondern daß er schon 1733 auf der Karte des Franzosen d'Anville zu finden ist, und daß sein einheimischer tibetischer Name Tschomo-lungma sogar bereits 1717 in Peking bekannt war. *Hedin*

pflichtet daher der Forderung von *Douglas Freshfield* nach Beibehaltung dieses alten Namens bei und weist die Einwürfe des Sohnes von Oberst *George Everest* zurück. In den letzten Kapiteln setzt der Verfasser den früheren Reisenden, namentlich den Jesuiten und Kapuzinern, die im 17. und 18. Jahrhundert in der Gegend des Mount Everest gereist sind und uns deren Kenntnis vermittelt haben, ein Denkmal und behandelt die Darstellung des Berges in der Reichsgeographie der Chinesen. Als Anhang ist dem Werke der Vortrag über Tibet und seine Bewohner beigefügt, den *Hedin* 1922 bei der Hundertjahrfeier der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig gehalten hat.

O. Baschin, Berlin.

Eckardt, W. R., Grundzüge einer Physioklimatologie der Festländer. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1922. 123 S. und 17 Textfiguren. 16×25 cm.

Wie der Autor im Vorwort zutreffend sagt, versucht das Buch „zu zeigen, wie das Klima eines Landes in erster Linie auf Grund der Änderungen der jahreszeitlichen Luftdruckverteilung zustande kommt“. Es handelt sich also um eine erklärende Beschreibung der Klimate, allerdings nur in großen Zügen, und unter Verzicht auf eingehendes Zahlenmaterial. Bei jedem Kontinent wird zunächst die mittlere Luftdruckverteilung im Sommer und Winter besprochen, meist an der Hand einfacher Kärtchen, dann die hieraus folgenden Winde und ihre Fähigkeit, Niederschläge zu bringen. Die Temperatur wird weniger nach ihrem absoluten Wert als nach der Abweichung vom Mittel des Breitenkreises herangezogen und teils als Ursache, teils als Wirkung diskutiert, tritt aber im ganzen mehr in den Hintergrund, als sonst in der Klimatologie üblich. Die Betrachtungen sind vielfach nur qualitativ; keine einzige Zahlentabelle, nur hier und da eingestreute einzelne Zahlenwerte für Regenmengen, Temperaturen, Feuchtigkeiten werden gegeben.

Das erste Kapitel enthält einen allgemeinen Überblick über die ganze Erde. Die hier allein erfolgende Besprechung der Polargebiete erscheint dem Referenten allzu knapp und auch inhaltlich wenig befriedigend. Daß die „Gauß“ im Hochsommer ein Monatsmittel von —40° hatte, ist wohl nur ein Druckfehler, wie solche im Text noch mehrmals vorkommen. Besonders ausführlich und in recht interessanter Weise wird dann im nächsten Abschnitte das Klima Europas behandelt. Der Verfasser gibt hier u. a. eine Kurve des jährlichen Ganges der Temperatur zu Berlin, deren höchster Teil, vom Juni bis September, gewissermaßen um 1—2° abgesunken erscheint, was er mit dem Kälterückfall der „Schafkälte“ im Juni und andererseits mit dem „Altweibersommer“ im September in Zusammenhang bringt. Dazwischen liegt die monsunartige sommerliche Regenzeit Mitteleuropas. „Ein zu Kälterückfällen und Trockenheit neigender Frühling und Frühsommer, ein oft bis in den Herbst hinein verregneter Sommer, ein besonders im Westen meist ewig nässender und sonnenscheinarmer Winter: das ist die in den Lehrbüchern der Geographie fast ausnahmslos hochgepriesene Klimagunst Mitteleuropas!“ Die folgenden Kapitel behandeln, wesentlich kürzer, der Reihe nach das Mittelmeergebiet, Asien, Afrika, Australien, Nordamerika, Südamerika, wobei teilweise auch die Zugstraßen der wandernden Druckmaxima und -minima herangezogen werden. Bei Asien bildet, dem ganzen Gedankengange gemäß, das auffallende sommerliche Druckminimum in Persien den Ausgangspunkt der Besprechung.

Auf die Frage, ob die vom Verfasser gegebenen Erklärungen der klimatischen Zusammenhänge überall einwandfrei sind, soll hier nicht eingegangen werden. Verdienstvoll und anregend ist ein solcher Versuch aber unter allen Umständen, zumal bei dem heute noch so unentwickelten Stande der theoretischen Klimatologie. Die Bildung des neuen Wortes „Physioklimatologie“ wird aber kaum auf Beifall rechnen können, da doch die Klimatologie schlechtweg auch schon die Erklärung der Klimate, soweit wir sie heute geben können, umfaßt.

Das Buch ist entstanden aus einer größeren Zahl von Vorstudien über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den verschiedenen Kontinenten, die der Verfasser seit 1916 in den Annalen der Hydrographie usw. und anderen Fachzeitschriften veröffentlicht hat und in der vorliegenden Arbeit zu einer Einheit zusammenfaßt und ergänzt. Es enthält infolgedessen viele eigene Gedanken und wird der Fachwelt manche Anregung bringen.

A. Wegener, Hamburg.

Staatliche Biologische Anstalt auf Helgoland, Tier- und Pflanzenleben der Nordsee, nach Aquariumsaufnahmen von *F. Schensky*, 1.—3. Lieferung. Leipzig, Werner Klinkhardt, 1914—1922.

Dieses ausgezeichnete Bilderwerk, dessen erste Lieferung bereits im Juni 1914 erschien, liegt jetzt nach Überwindung von manchen Schwierigkeiten fertig vor und verdient in seiner vollendeten Ausführung und Ausstattung allen Naturfreunden aufs wärmste empfohlen zu werden. Nur der Umstand, daß die größere Zahl der photographischen Aufnahmen, welche in dem Werke (durch die Deutsche Photogravür-A.-G., Siegburg) reproduziert sind, mit vorkriegszeitlichen Mitteln hergestellt wurde, ermöglichte es, den Preis des Werkes verhältnismäßig niedrig zu halten.

Das Aquarium der Biologischen Anstalt auf Helgoland ist mit soviel Sorgfalt und unter möglichster Nachahmung der natürlichen Verhältnisse eingerichtet, daß es gestattet, viele Tiere und Pflanzen lange Zeit am Leben zu erhalten und dem Beschauer in unterhaltender und belehrender Weise vorzuführen, darüber hinaus aber dem Naturfreund und Gelehrten ein eingehendes Studium der Lebensgewohnheiten vieler Meeresbewohner, ermöglicht. Nicht nur Formen und Farben sowie die Bewegungen und die Ernährung der Seetiere in natürlicher Umgebung lernt man im Aquarium kennen, sondern bei vielen Arten, besonders manchen Seefischen, auch den ganzen Verlauf ihrer Fortpflanzung und alle Stufen ihrer Entwicklung und ihres Heranwachsens.

Der Reichtum des Helgoländer Aquariums an schönen Formen und interessanten Lebensäußerungen aus der Tier- und Pflanzenwelt hatte schon lange den Wunsch erweckt, eine Auswahl der einzelnen Arten im Bilde festzuhalten und sie dadurch auch weiteren Kreisen anschaulich vorzuführen. Die Verwirklichung dieses Wunsches ist dem Umstande zu verdanken, daß der in Helgoland ansässige Photograph *F. Schensky* als begeisterter und technisch wie künstlerisch gleich hervorragender Helfer gewonnen wurde. Der Genannte hat es verstanden, die nicht geringen Schwierigkeiten, die in der Benutzung eines zweckmäßigen optischen Apparates sowie in der sachkundigen Beleuchtung der Objekte hinter sehr dicken Glasscheiben liegen, mehr und mehr zu überwinden und damit zu Aquariumsaufnahmen zu gelangen, die zu den besten gehören, welche existieren, und denen nur wenig Gleichwertiges an die Seite gestellt werden kann.

Bei der Auswahl der Bilder sind im allgemeinen

möglichst alle in Frage kommenden Tier- und Pflanzenklassen berücksichtigt; im einzelnen ist die Auswahl dadurch bestimmt worden, daß besonders schöne und charakteristische Momente aus dem Tier- und Pflanzenleben des Helgoländer Aquariums, soweit sie in tadelloser Form vorhanden waren, im Bilde festgehalten wurden, dabei vielfach auch solche Vorgänge, die nicht regelmäßig und nicht das ganze Jahr hindurch beobachtet werden können.

Demgemäß ist selbstverständlich das vorliegende Werk keine systematisch geordnete Darstellung des Tier- und Pflanzenlebens der Nordsee, sondern nur eine Sammlung von Augenblicksbildern, die beliebig vermehrt werden könnte und hoffentlich in Zukunft auch vermehrt werden wird. Auch die den Tafeln beigegebenen erläuternden Texte, welche in der zweiten und dritten Lieferung dreisprachig gehalten sind, und von früheren und gegenwärtigen Fachgelehrten der Biologischen Anstalt verfaßt wurden, sind keine systematischen und systematisch geordneten Beschreibungen. Sie sollen vielmehr in allgemeinverständlicher Form nur eine Erläuterung der Bilder sein mit systematischen, anatomischen und biologischen Notizen, wie sie für das Verständnis derselben wünschenswert sind.

E. Ehrenbaum, Hamburg.

Varges, Helene, Flutkante nnd Inselflora. Ein Bilderbuch für Sammler und Naturfreunde. Westerland/Sylt, Bücherstube von Carl Ludw. Jensen, 1923.

Dieses „Bilderbuch" bringt auf 21 prächtig ausgeführten Tafeln in zahllosen Bleistiftzeichnungen zur Darstellung, was man am Strande unserer nord- und ostfriesischen Sandinseln an Tieren und Pflanzen findet, und ist allen zugedacht, die in der Natur Freude und Erholung suchen. Es ist kein Lehrbuch und erst recht kein wissenschaftliches Werk. Die künstlerische Freude am Reichtum der Naturformen gab den Anlaß zu seiner Entstehung und ist die Betrachtungsart, die dem Ganzen zugrunde liegt.

Man kann natürlich darüber im Zweifel sein, ob die Flutkante, d. h. derjenige Ort, an dem sich alles vom Meere Ausgeworfene angesammelt findet, der richtige Platz ist, um sich Vorwürfe für künstlerische, aber getreue Darstellungen von Naturobjekten zu suchen, und tatsächlich bedingt diese Beschränkung einen Verzicht, den die Verfasserin bei Erwähnung der Quallen selbst als schmerzlich, aber unvermeidlich (!) bedauert. Es verdient jedoch anerkannt zu werden, daß die Verfasserin während ihrer mehrjährigen Tätigkeit als Zeichnerin an der Biologischen Anstalt auf Helgoland sich eine so genaue Kenntnis von dem normalen Aussehen der von ihr geschilderten Naturobjekte verschafft hat, daß sie die Gefahr, aus ihren Funden an der Flutkante etwa beschädigte oder verstümmelte Exemplare auszuwählen, stets vermieden hat.

Durch eine Revision des Druckes von sachverständiger Seite hätten sich manche störende Druckfehler und irrtümliche Namensschreibungen vermeiden lassen, auch ein sachlicher Irrtum, wie die Erwähnung von Leander adspersus, der in der Deutschen Bucht gar nicht vorkommt und an dessen Stelle wahrscheinlich Palaemonetes varians vorgelegen hat.

Diese kleinen unerheblichen Mängel können jedoch bei der Wertung der bildlichen Ausstattung des Werkes, welche die Hauptsache ist, nicht ins Gewicht fallen. Namentlich ist zu hoffen, daß die Tafeln dazu beitragen, ihre Urheberin in allen solchen Kreisen bekanntzumachen und zu empfehlen, die sich für eine absolut gewissenhafte und genaue und in dieser Beziehung über allem Lob erhabene Wiedergabe von Naturobjekten interessieren und gelegentlich den Wunsch haben, sich für ihre eigenen Publikationen einer technisch und künstlerisch so bedeutenden Kraft zu bedienen, wie sie hier vorhanden und in ihrem derzeitigen Heim in Westerland auf Sylt zu finden ist.

Die Verfasserin verdient diese Reklame — im guten Sinne des Wortes — um so mehr, als durch eine bedauerliche Verkettung von Umständen der größte Teil ihrer Helgoländer Arbeiten, die in bezug auf Exaktheit und Sorgfalt der Ausführung den höchsten Ansprüchen genügen und einen seltenen Fleiß verraten, leider noch nicht veröffentlicht werden konnte und deshalb bisher nur wenigen Eingeweihten bekanntgeworden ist.

E. Ehrenbaum, Hamburg.

Haeckel, Ernst, Kunstformen der Natur. Zweite, verkürzte Auflage in 30 Tafeln. *Niedere Tiere.* Leipzig, Bibliographisches Institut, 1924. Preis geb. 16,— Goldmark.

Vor einem Vierteljahrhundert hat *Ernst Haeckel* die ersten Hefte seiner „Kunstformen der Natur" herausgegeben. 1904 war das Werk mit 100 Tafeln, beschreibendem Text und einem allgemeinen Anhang vollendet und ist seitdem ein unerschöpflicher Quell für schönheitsuchende Naturfreunde, Forscher, Künstler und Gewerbler geblieben.

Jetzt nach 20 Jahren, fünf Jahre nach *Haeckels* Tode, veranstaltet das Bibliographische Institut eine neue Ausgabe seines prachtvollen Werkes, aber die Not der Zeit zwingt auch hier zur Einschränkung. Von den ursprünglichen 100 Bildertafeln erscheint nur eine Auswahl von 30, entnommen aus *Haeckels* eigentlichem Forschungs- und Darstellungsgebiet, dem Lebens- und Formenkreis der niederen Tiere.

Die erste Auflage hatte *Haeckel* 1904 an seinem siebzigsten Geburtstage mit einem Nachwort abgeschlossen. Die vorliegende zweite Auflage erscheint zu seinem neunzigsten Geburtstage (16. Februar 1924).

(Aus dem Vorwort.)

McKready, Kelvin, Sternbuch für Anfänger. Eine Anleitung zum Auffinden der Sterne und zum astronomischen Gebrauch des Opernglases, des Feldstechers und des Teleskops. Dritte erweiterte Auflage. Bearbeitet von *J. Weber.* Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1923. IX, 150 S., 78 Abb. und zwei Tafeln. 19 × 29 cm. Preis 15,— Goldmark.

In der dritten Auflage habe ich versucht, die neueren Errungenschaften der Astronomie in dem durch den Umfang des Buches gegebenen Rahmen in knapper Form unterzubringen, zumal ich aus meiner Tätigkeit an der Volkshochschule erfahren habe, daß gerade für die physikalischen Meßmethoden und ihre Ergebnisse ein großes Interesse in Laienkreisen vorhanden ist. So habe ich die Ideen von *Eddington, Emden* und *Saha* kurz erwähnt, die Messung von Sterndurchmessern nach der Methode von *Michelson* und die Bestimmung von Sternparallaxen nach der spektroskopischen Methode von *Adams* und *Kohlschütter* in ihren wesentlichsten Punkten dargestellt. Die hierzu nötigen astrospektroskopischen Tatsachen sind in einem neu eingeschalteten Kapitel gegeben. Auch die neueren Untersuchungen von *Strömgren* über den Ursprung der Kometen, von *Shapley* und *Lundmark* über Sternhaufen bzw. Spiralnebel konnten kurz skizziert werden.

(Aus dem Vorwort.)

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.